

MEMOIRE présenté à l'ENSIA - SIARC de MONTPELLIER

Le 26 Janvier 1999

Par Justin A. A. AGBODOLI

Pour obtenir le

MASTER du Réseau NATURA Transformation des produits tropicaux à
vocation alimentaire

Jury - François GIROUX
- Jean Leu MARCHAND
- Jean Paul HEBERT
- Nicolas BRICAS
- Dominique DUFOUR

**AMELIORATION DU PROCEDE DE
TRANSFORMATION DE L'IGNAME EN COSSETTES AU
BENIN**

Stage effectué au CERNA-FSA-UNB - BENIN et au CIRAD-AMIS - MONTPELLIER

Table des Matières

AVANT-PROPOS	1
INTRODUCTION	3
I. OBJECTIFS	6
II. APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE	7
2.1. Réduction de la taille des cossettes	7
2.2. Modification des bains de précuisson	8
2.3. Système traditionnel de transformation	10
2.3.1. Procédé de fabrication	11
2.3.1.1. Epluchage	11
2.3.1.2. Précuisson	11
2.3.1.3. Séchage	12
III. MATERIELS ET METHODES	14
3.1. Réalisation des cossettes en bâtonnets, des farines et pâtes <i>amala</i>	14
3.2. Test sensoriel	17
IV. RESULTATS ET DISCUSSION	20
4.1. Expérimentation	20
4.2. Test sensoriel	29
4.3. Discussion	33
V. RECOMMANDATIONS	35
CONCLUSION	36
BIBLIOGRAPHIE	37
ANNEXES	

RESUME

L'igname est un produit amyliacé de grande importance alimentaire en Afrique de l'ouest communément appelée *ceinture de l'igname* où sont concentrés plus de 90% de la production mondiale. Au Bénin, elle est grandement cultivée au centre et au nord et rentre dans l'alimentation de base de la population après le manioc avec 72.4kg/habitant/an (OKE O.L., 1991).

Sa transformation en cossettes par les producteurs Béninois constitue une alternative à sa conservation de longue durée afin de réduire les pertes post-récoltes estimées dans une fourchette de 25 à 60% d'après les travaux de GIRARDIN en 1996.

Compte tenu des avantages que présente la filière, le CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) et ses partenaires du sud : la FSA (Faculté des Sciences Agronomiques) du BENIN; l'INCV (Institut National des Cultures Vivrières) du TOGO et le NRCRI (National Roots Crops Research Institute) du NIGERIA ont décidé de la diffusion du système technique de transformation des ignames en cossettes pratiqué au Bénin vers d'autres pays notamment: le Burkina-faso, le Cameroun et la Côte-d'Ivoire. Ce transfert nécessite l'adaptation du système et des produits aux contextes spécifiques de ces pays. A cet effet, la présente étude a exploré:

- l'éminçage des tubercules pour la production de bâtonnets de tailles réduites présentant de nombreux avantages: il facilite le séchage, évite le concassage des cossettes avant mouture, permet d'obtenir un produit plus clair et d'une meilleure conservation;

- la modification du bain de précuisson en testant différentes alternatives (traitement sans bain; eau; acide citrique; acide benzoïque; acide ascorbique et thiourée) pour éclaircir la coloration brune que présentent la farine et la pâte *amala* des cossettes habituellement consommées au Bénin. Cela pour faciliter l'acceptabilité de ces produits dans les pays de diffusion du système de transformation. De cette étude préliminaire, l'acide citrique se dégage comme traitement efficace pour éclaircir la couleur brune de la farine et de la pâte.

Il convient maintenant de procéder à un test sensoriel des produits obtenus dans ces pays afin d'orienter les actions futures de recherche pour le développement de la filière cossettes d'igname dans les régions du centre et de l'ouest de l'Afrique.

Mots-clés: Igname -transformation- éminçage - cossettes -farine- pâte *amala* - amélioration couleur - diffusion système technique - Afrique Subsaharienne.

ABSTRACT

The yam is a starchy product of big food importance in west of Africa commonly called *belt of the yam* where is concentrated more than 90% of the worldwide production.

In BENIN, she is greatly cultivated to the center and the nord and go in the feeding of basis of the population after cassava with 72.4 kg/person/year (OKE O.L., 1991).

His transformation in cossettes by beninis producers constitutes an alternative to his conservation of long length in order to reduce losses valued post-harvest in a fork of 25 to 60% of after the works of GIRARDIN in 1996.

Considering advantages that present this transformation, the French organization specialized in agricultural research for the tropics and subtropics (CIRAD) and his partners of the south: Agronomic Science Faculty (FSA) of BENIN; National Institute of the Culture Vivriereses (INCV) of TOGO and National Roots Crops Research Institute of NIGERIA; decided the diffusion of the technical system of transformation of yams in cossettes exercised in BENIN toward other country essentially Burkina-faso, Cameroon and Ivoir-Coast. The transfer requires the adaptation of the system and products to the specific contexts of these countries. to this effect, the present survey has explore:

- the emincage of yam for the production of cossettes in reduced size short sticks presenting many advantages: its facilitates the drying, avoid the crushing of cossetteses before moulding, permits to get a clearer product and of a better conservation.

- the modification of precuisson baths while testing different alternatives (treatments without baths; water; citric acid; benzoate acid; ascorbate acid and thiourea) to solve the browning coloration that presents flour and dough *amala* of cossetteses usually consumed in BENIN. It to facilitate the acceptability of these products in country of diffusion of the system of transformation. Of this preliminary survey, the citric acid clear himself like efficient treatment to solve the brunette color of flour and the dough.

It now agrees to proceed to a sensory test of products gotten in these country in order to orient the future actions of research for the development of yam path cossettes in regions of the center and the west of Africa.

Keywords: yam-transformation-eminçage-cossettes-flour-dough *amala* -improvement color-diffusion technical system-Africa subsaharienne.

RESUMEN

El ñame es un producto amiláceo de gran importancia alimentaria en el oeste Africano, comunmente llamado cinturón del ñame, donde están concentrados más de 90% de la producción mundial. En BENIN es ampliamente cultivado en el centro y norte y es considerado en la alimentación de base de la población después de la yuca con 72.4 kg/habitante/año (OKE O.L., 1991). Su transformación en troncos pelados y secados por los productores de BENIN constituye una alternativa para su conservación a fin de reducir las pérdidas de post-cosecha estimadas en 25 a 60% según los trabajos de GIRARDIN en 1996.

Teniendo en cuenta de las ventajas que presenta esta filial, el CIRAD (Centro de Cooperación Internacional de investigación para el Desarrollo) y sus socios del sur: la FSA (Facultad de Ciencias Agrícolas) de BENIN; el INCV (Instituto Nacional de Cultivos Vivieros) de TOGO y el NRCRI (National Roots Crops Research Institute) de NIGERIA han decidido difundir el sistema técnico de transformación de ñame en troncos pelados y secados practicado en BENIN, hacia otros países tales como BURKINA, Camerun y Côte-d'Ivoire.

Esta transferencia necesita la adaptación del sistema y de los productos al contexto específico de cada país. En tal efecto, el presente estudio a explorado:

- el corte en tajadas de los tubérculos producción de bastones de tamaño reducido los cuales presentan numerosas ventajas: facilita el secado, evita la trituración de los troncos pelados y secados antes de molienda, permite obtener un producto más claro y con una mayor conservación.

- la modificación (la solución de inmersión) de pre-cocción para testar las diferentes alternativas (tratamiento sin solución de inmersión, solución de inmersión de agua, solución de ácido cítrico, benzoico, ascórbico y de tioré) para aclarar la coloración oscura que presentan la harina y la masa de *amala* de tallos habitualmente consumidas en BENIN todo esto para facilitar la aceptabilidad de estos productos en los países de difusión del sistema de transformación. De este estudio preliminar, la solución de ácido cítrico se desprende como el tratamiento eficaz para aclarar el color oscuro de la harina y la masa.

Por ahora conviene realizar un test sensorial con los productos obtenidos en dichos países con el fin de orientar las futuras acciones de investigación para el desarrollo de esta filial en las Regiones del centro y del oeste de África.

Palabras-claves: ñame - transformación - corte en tajadas - tallos - harina - masa *amala* - mejoramiento color - difusión sistema técnico - África Subsahariana.

Index des sigles

CIRAD-AMIS	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement- Amélioration des Méthodes pour l'Innovation Scientifique-Montpellier-FRANCE
CERNA	Centre Régional pour la Nutrition et l'Alimentation Appliquées-Cotonou BENIN
CTA	Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale-Wageningen PAYS-BAS
CORAF	Conférence des Responsables de Recherche Agronomique en Afrique de l'Ouest et du Centre-Dakar-SENEGAL
CNEARC	Centre National d'Etudes Agronomiques des Régions Chaudes-Montpellier FRANCE
DPQC	Direction de la Promotion de la Qualité et du Conditionnement des produits agricoles-Cotonou-BENIN
ENSIA-SIARC	Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires Section des Industries Alimentaires des Régions Chaudes-Montpellier FRANCE
ESAT	Ecole Supérieure d'Agronomie Tropicale-Montpellier-FRANCE
EITARC	Ecole d'Ingénieur des Techniques Agricoles des Régions Chaudes Montpellier-FRANCE
ENITA	Ecole Nationale d'ingénieur des Travaux Agricoles-Clermont-Ferrand FRANCE

FSA	Faculté des Sciences Agronomiques-Cotonou-BENIN
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique-Montpellier-FRANCE
INCV	Institut National des Cultures Vivrières-Lomé-TOGO
MDR	Ministère du Développement Rural-Cotonou-BENIN
NRCRI	National Roots Crops Research Institute-Lagos-NIGERIA
IRD	Institut de Recherche pour le Développement-Montpellier-FRANCE
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture-Rome ITALIE

Lexique des termes vernaculaires utilisés

Amala ou Elubo:

Mot de l'ethnie *yorouba* de la région du Sud-Est du Bénin et du Nigéria. Il désigne une pâte de coloration brune issue de la farine de cossettes d'igname

Adja, Mina, Sahouè:

Groupes ethniques du Sud-Ouest du Bénin

Aïzo:

Groupe ethnique du Sud- Centre du Bénin

Dendi:

Groupe ethnique du Nord-Est du Bénin

Fon, Mahi:

Groupes ethniques du Centre du Bénin

Foutou:

Mot utilisé en Côte-d'Ivoire désignant l'igname pilée obtenue après cuisson de l'igname fraîche plus élastique et plus consistant qu'une purée de la pomme de terre

Sèmèrè, Kotokoli, Kabiais:

Groupes ethniques du Nord-Ouest du Bénin et du Togo

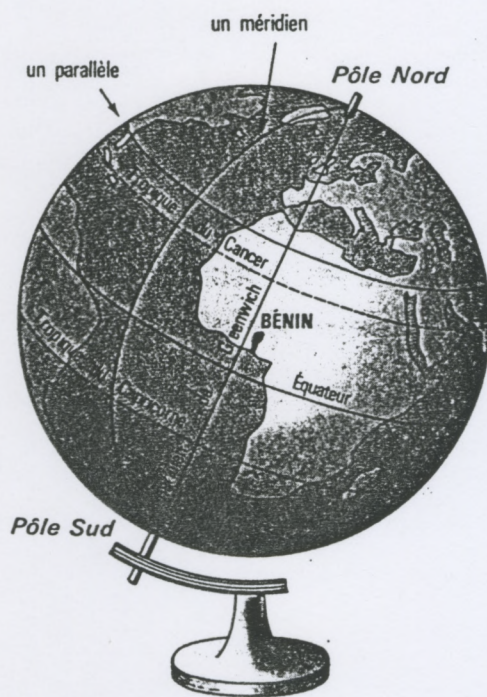
Télibo-wo:

Mot de l'ethnie Fon de la région du Sud et du Centre du Bénin désignant une pâte de coloration brune issue de la farine de cossettes d'igname

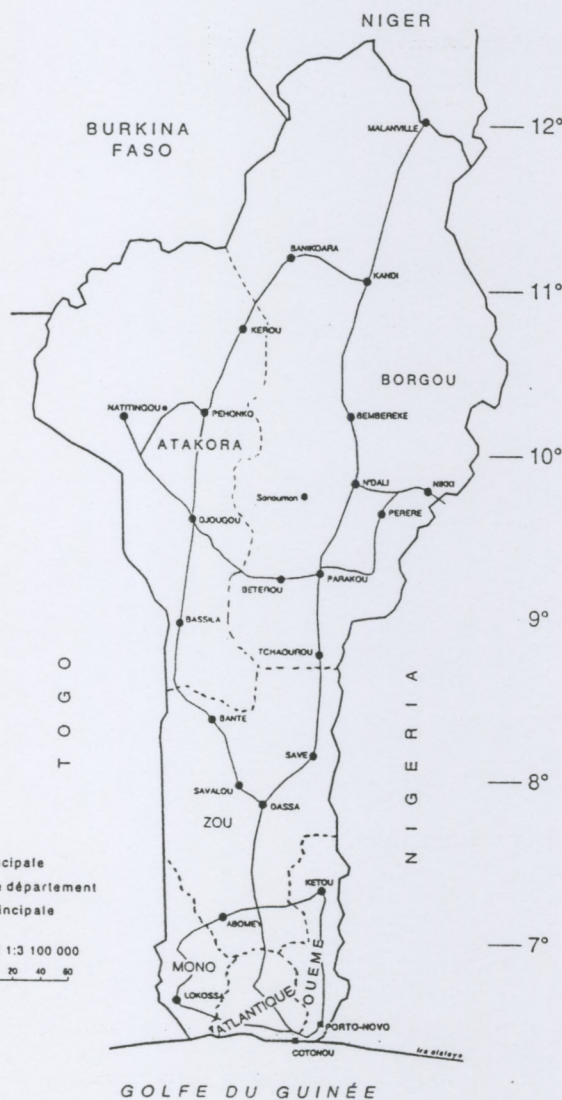
Yorouba:

Groupe ethnique du Sud-Est du BENIN

Le BENIN dans le Monde et en Afrique



BÉNIN



AVANT-PROPOS

Le présent document met fin à notre formation professionnelle de 18 mois à l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires-Section des Industries Alimentaires des Régions Chaudes (ENSIA-SIARC) de Montpellier pour l'obtention du Diplôme de Master Natura en Transformation des produits tropicaux à vocation alimentaire.

Il est le fruit de notre collaboration avec le Centre Régional pour la Nutrition et l'Alimentation Appliquées (CERNA) du BENIN et le Centre de Coopération internationale en Recherche Agronomique pour le Développement - Département Amélioration des Méthodes pour l'Innovation Scientifique (CIRAD-AMIS) de Montpellier sur le thème: *Amélioration du procédé de transformation de l'igname en cossettes au BENIN*.

Il se situe dans le cadre des études préliminaires du projet "*Valorisation de l'igname pour les marchés urbains- phase 2* "

Durant six mois de recherche, nombreux sont les personnes et institutions qui ont contribué ou facilité sa réalisation . Avant de présenter les résultats, qu'il me soit permis de leurs adresser mes remerciements.

Je tiens à remercier en premier lieu, **Monsieur Jean-Paul HEBERT**, notre tuteur de stage, conseiller scientifique et pédagogique à l'ENSIA-SIARC, qui, malgré ses multiples occupations, a accepté de m'encadrer tout au long de cette étude et d'assumer à cet effet la responsabilité scientifique du présent document. Ses observations et critiques m'ont été d'un apport utile dans la conduite des travaux. Son soutien et sa disponibilité ont été sans failles pour l'aboutissement final du présent travail. De fait, il a marqué une fois pour toute mon cursus scolaire.

Je témoigne en second lieu toute ma reconnaissance et ma sympathie à messieurs:

-**Nicolas BRICAS**, notre maître de stage à Montpellier, responsable du laboratoire socio-économie alimentaire au CIRAD-AMIS, pour nous avoir créer un cadre de réflexion féconde au sein de son laboratoire et dont la contribution a toujours été inconditionnelle dans la réalisation du présent travail;

-**Dominique DUFOUR**, Chercheur au CIRAD-AMIS, qui n'a ménagé aucun effort pour nous fournir d'utiles critiques et suggestions qui nous ont permis de parfaire ce travail;

-**Jean Michel MEOT**, responsable de l'équipe Génie des Procédés et des Equipements (GPE) au CIRAD-AMIS pour ses conseils et appuis techniques;

-**Jean Leu MARCHAND**, chercheur au CIRAD-Montpellier, pour avoir accepté les discussions préliminaires dans le cadre de l'orientation de notre sujet;

-**Joseph HOUNHOUIGAN**, notre maître de stage au BENIN, Chef du Département de Nutrition et Sciences Alimentaires, qui n'a ménagé aucun effort dans le suivi de nos travaux au laboratoire. Ses observations, appuis scientifiques, remarques et suggestions ont contribué à la réussite de notre stage et à la réalisation du présent travail;

-**Mathurin NAGO**, Directeur du CERNA, pour m'avoir accepté dans son laboratoire.

Nos remerciements vont également à Messieurs:

-**François GIROUX**, Directeur de l'ENSIA-SIARC, qui n'a ménagé aucun effort pour soutenir notre dossier de bourse auprès de la Mission de la Coopération et d'Action Culturelle de Cotonou, et pour nous avoir accepté dans son école;

-**Yves YARD**, Conseiller auprès de la Mission de la Coopération et d'Action Culturelle de Cotonou qui n'a ménagé aucun effort pour nous fournir d'utiles conseils et nous encourager durant notre formation;

-**Désirée Yakoubou ZAKARI ALLOU**, Directeur de la Promotion de la Qualité et du Conditionnement des produits agricoles (DPQC) dont l'ambition est de faire de ses agents des cadres compétents pour la dynamisation des activités du service. Son expérience de terrain, son soutien et sa disponibilité ont été sans failles dans l'aboutissement de notre formation.

Je suis reconnaissant à l'égard de:

-toute l'équipe du laboratoire de CERNA au Bénin, du laboratoire socio-économie alimentaire et du génie des procédés et des équipements du CIRAD-AMIS de Montpellier;

-tous nos professeurs de la SIARC.

Mes remerciements vont aussi à l'endroit des groupements de producteurs-transformateurs de Tchaourou, des vendeuses de cossettes, farines, amala et consommateurs qui ont favorablement répondu à nos diverses préoccupations.

Enfin, nos remerciements vont également à tous ceux qui, de près ou de loin, d'une manière ou d'une autre, ont joué un rôle précieux durant notre formation ou dans la mise au point de ce document.

INTRODUCTION

Le Bénin comme la plupart des pays d'Afrique au Sud du Sahara est confronté au problème de sécurité alimentaire. Pays qui s'étend sur 114763km² (DAVID P., 1998) il est limité au Nord par le Niger et le Burkina Faso, à l'Ouest par le Togo et à l'Est par le Nigéria. L'océan atlantique ferme sa façade maritime au sud.

Il constitue un pays en pleine transition démographique avec un taux moyen annuel d'accroissement de 2,8% (DAVID P., 1998) qui entraîne des conséquences notamment: la modification des systèmes de production, l'exode rural, le déséquilibre entre la production et la consommation où l'alimentation quotidienne reste un problème.

Comment faire pour nourrir une telle population de plus en plus croissante?

Il est alors indispensable d'identifier des voies de valorisation des produits agricoles en vue de:

- diversifier l'alimentation comme mesure de survie;
- être moins tributaire de l'importation de denrées alimentaires;
- être moins dépendant de l'aide alimentaire;
- assurer la disponibilité, la stabilité et l'accès aux produits;
- accroître le revenu des acteurs de la filière;
- dégager de surplus exportables pour promouvoir le Développement.

C'est pour cela que, dans le cadre de notre travail de fin d'études de Master, nous avons choisi de nous intéresser à la transformation de l'igname en cossettes au Bénin afin de susciter davantage l'intérêt sur cette filière.

L'igname constitue après le manioc, l'aliment de base des béninois, le plus consommé avec 72,4 kg/habitant/an (OKE O.L., 1991). *en 96 sur FAO.*

Sur les marchés urbains, la compétitivité de l'igname est handicapée par sa faible durée de conservation qui entraîne de fortes variations saisonnières en disponibilité, des pertes post-récoltes importantes et un coût de transport élevé.

Sa valorisation en produits secs permet une conservation de longue durée.

En effet, dans le nord du Bénin, il existe un système de transformation de l'igname en cossettes qui s'est développé depuis une quinzaine d'années. Au départ, il consistait à valoriser les bouts de tubercules et les tubercules malformés ou trop petits afin de constituer des stocks de sécurité pour les périodes de soudure. Cette technique consiste à éplucher les tubercules, les précuire à l'eau contenant des substances naturelles jouant par la suite le rôle d'antifongiques et d'insectifuges. Ces tubercules sont ensuite séchés au soleil, de préférence en période d'harmattan pour obtenir enfin un produit stabilisé sous forme de fragments appelés cossettes qui, concassées et moulues donnent une farine qui sert à préparer une pâte brune appelée *amala* ou *élubo* en YORUBA et *télibo* en FON (DUMONT R., 1995).

Ce produit est désormais considéré comme une préparation spécifique largement appréciée pour son goût, ses vertus diététiques, sa commodité d'usage et son caractère de produit de diversification (BRICAS N. et al., 1998).

En effet, ce système présente de nombreux avantages notamment:

- diminution des pertes post-récoltes dues aux difficultés de conservation de l'igname;
- diminution du coût de commercialisation (transport) de l'igname entraînant ainsi un gain pondéral avantageux pour le commerce;
- palliation au caractère saisonnier de l'offre de tubercule sur le marché.

En plus, la demande apparaît dirigée en milieu urbain vers la pâte *amala* obtenue à partir de petits tubercules très prisés des consommateurs et n'est pas considérée comme un succédané de moindre qualité que l'igname pilée.

De ce fait, les producteurs privilégient pour la fabrication des cossettes, les variétés de l'espèce *Dioscorea cayenensis-rotundata* à récolte annuelle et à multiples petits tubercules (3 à 7 dont le poids individuel varie de 0,1 et 1,5 kg) connus au Bénin et au Nigéria sous le nom générique de « KOKORO ». Ce sont des variétés peu exigeantes en matière de fertilité du sol et qui s'insèrent plus facilement dans des systèmes de cultures stabilisées. Les buttes nécessaires à ces variétés sont moins importantes ce qui réduit ainsi le travail agricole et le coût de la main d'oeuvre. Les variétés KOKORO apparaissent ainsi plus adaptées que les variétés classiques à l'évolution tendancielle des systèmes de cultures vers la sédentarisation (DUMONT R., 1995).

Cette évolution constitue ainsi un exemple d'adaptation de la production paysanne à une nouvelle réalité socio-économique.

L'offre en ignames répond à la demande de consommateurs urbains par la mise à leurs dispositions d'un produit moins cher que l'igname frais, disponible toute l'année, facile et rapide à préparer et qui bénéficie du prestige associé à l'igname en terme de qualité thérapeutique (anti-diabétique et diurétique).

Compte tenu de ces avantages, le CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) et ses partenaires du sud notamment:

- le CERNA-FSA (Centre Régional pour la Nutrition et l'Alimentation Appliquées de la Faculté des Sciences Agronomiques) du BENIN;

- l'INCV (Institut National des Cultures Vivrières) du TOGO;

- l'NRCRI (National Roots Crops Research Institute) du NIGERIA;

ont décidé de la diffusion du système technique de transformation de l'igname pratiqué au Bénin et au Nigéria dans d'autres pays africains tels que: le Burkina-Faso, le Cameroun et la Côte-d'Ivoire (*Projet "La valorisation de l'igname pour les marchés urbains" phase 2 Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement-Département Amélioration des Méthodes pour l'Innovation Scientifique (CIRAD-AMIS)*).

Cette diffusion rend nécessaire l'adaptation du système aux contextes spécifiques de ces pays. En effet, il se pose le problème de la couleur brune que présente la pâte *amala*.

Ainsi, dans le cadre de cette étude, nous nous sommes intéressé à tester deux modifications du procédé traditionnel à savoir:

- la réduction de la taille des cossettes;
- la recherche de nouveaux bains;

dans la perspective que ces modifications pourraient avoir un effet bénéfique pour éclaircir la couleur de l'*amala*.

Dans ce sens, le présent document s'articule autour des points suivants:

dans une première partie, les objectifs de notre étude ont été définis. Dans une deuxième partie, un aperçu bibliographique a été retracé. Dans une troisième partie, le matériel utilisé et la méthodologie suivie ont été présentés, suivis des résultats et discussion dans la quatrième partie. La cinquième partie énonce les recommandations. Enfin, viennent la conclusion, la bibliographie et les annexes.

I. OBJECTIFS

Il s'agit de tester deux modifications du procédé traditionnel qui consistent en:

- la réduction de la taille des cossettes par l'introduction d'un éminceur dans le procédé;

- la recherche de différentes solutions pour éclaircir la couleur brune de la pâte *amala* lors du trempage et tester l'acceptabilité des produits auprès des principaux acteurs de la filière (restauratrices, consommateurs, femmes au foyer, producteurs-transformateurs etc...).

Cela permettra de:

- dynamiser d'une part, la filière cossettes d'ignames au Bénin et dans la sous-région par la production et la mise sur le marché de cossettes éminçées;

- faciliter d'autre part, l'acceptabilité et l'adaptation des produits (cossettes, farines et pâtes *amala*) aux contextes spécifiques des pays où ils constituent des produits nouveaux notamment le Burkina-Faso, le Cameroun, la Côte-d'Ivoire.

II. APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction

Diverses études ont été menées tant sur la réduction de la taille des cossettes, la modification des bains de précuisson, que sur le système traditionnel de transformation.

2.1. Réduction de la taille des cossettes

Les études de IGE M. T., AKINTUNDE F.O., en 1981 ont montré que:

- la précuisson des cossettes est un paramètre important dans la fabrication des cossettes communément appelées *élubo* au Nigéria;

- une texture molle des tubercules indique une bonne précuisson;

- la température de précuisson peut se situer autour de 60°C;

- le temps de précuisson à la température de 60°C dépend de l'épaisseur des cossettes déterminé par l'équation suivante: $T = 3.5 + 8 t$ comme donnée expérimentale de différents types d'épaisseurs (0.5; 1; 1.5; 2 et 2.5 cm) où T = Temps pour obtenir la flexibilité nécessaire à la température de 60°C (mn) et t = épaisseur des morceaux de cossettes (cm).

- la température de séchage peut se situer entre 60 et 80°C pour obtenir de bonnes cossettes se prêtant à un broyage aisé. Au delà, les cossettes brunissent et les grains sont grossiers et durs.

Par ailleurs, les études de AJIBOLA O.O., ABONYI B.I., ONAYEMI O., en 1987 montre à travers le tableau ci-après, les effets de la taille, du temps de blanchiment et de la température de séchage des morceaux de tubercules.

Taille (cm)	Temps de blanchiment (mn)	Température de séchage (°C)	Taux d'humidité après séchage (%)	Temps de séchage (h)
0.8	10	50	10	44.0
2.0	10	50	9	46.0
0.8	20	50	8	17.5
2.0	20	50	8	29.0
0.8	10	70	6	19.6
2.0	10	70	6	20.4
0.8	20	70	6	12.0
2.0	20	70	6	17.0

A travers ce tableau, les auteurs notent que:

- une augmentation de la température de séchage de 50 à 70°C diminue le taux d'humidité final de 2.8%.

- la température de séchage a un effet significatif sur le taux d'humidité final.

- une augmentation de la température de séchage réduit le temps de séchage

- l'interaction entre temps de blanchiment et température de séchage montre que l'effet de température de séchage était plus prononcé pour les morceaux d'ignames blanchis à 10 mn que pour ceux blanchis à 20 mn. L'augmentation du temps de blanchiment réduit le temps de séchage des morceaux d'ignames.

2.2. Modification des bains de précuisson

Les études de KOFFI K., MAEFF-MEIR F., en 1987 ont porté sur des tubercules d'ignames découpés en deux tailles: cube et lamelle ayant environ les mêmes volumes (1cm³).

Les cubes et les lamelles sont prétraités suivant quatre méthodes:

- 1-sans prétraitement

- 2-sulfitage au bisulfate de sodium à 0.5%

- 3-blanchiment dans l'eau à 60°C

- 4-blanchiment dans l'eau à 80°C.

Au cours du séchage, les cossettes d'ignames perdent leur eau et le but de ce travail a été de reconstituer cette humidité perdue et en faire du *foutou* traditionnel.

Les résultats ont montré que le *foutou* préparé à partir de l'igname séchée n'est pas identique au *foutou* d'igname fraîche. Mais selon les avis des dégustateurs, le *foutou* d'igname séchée est aussi bon. Le point faible étant la détermination du temps de cuisson parce qu'on ne doit pas dépasser le point de complète réhydratation.

La dégustation a montré que les ignames blanchies, séchées sont les mieux classées par rapport à l'igname sulfitée qui, cependant, présente le meilleur choix pour le séchage.

Quant à l'étude de RODRIGUEZ-SOSA E.J., PARSI ROS O., en 1980 sur l'absorption de solution de dioxyde de soufre (4000 ppm) par *Habanero Yam (D. Rotundata)*, elle montre que, quand le temps de trempage augmente, l'absorption de SO₂ augmente alors que quand le PH de la solution augmente l'absorption de SO₂ diminue.

Aussi, les études de NGODDY P.O., ONUOHA C.C., en 1983 ont montré que:

* le brunissement de l'igname est dû à trois phénomènes:

-par la réaction de Maillard (brunissement non enzymatique) impliquant les sucres réducteurs (glucose) et les protéines (acides aminés);

-par l'autodégradation des sucres lors de la préparation et

-par le brunissement enzymatique qui est la plus importante et se manifeste essentiellement lors de la coupure de l'igname par l'action des enzymes de la famille des oxydo-réductases: les polyphénoloxidasés (PPO).

* la température adéquate de blanchiment peut se situer entre 55 et 70°C et dépend de la taille des cossettes et du temps de blanchiment, l'optimum étant de 55°C, au delà, commence la coagulation des ignames.

Le tableau ci-dessous présente le degré d'inhibition des enzymes de l'espèce *D. Cayenensis* par différents produits chimiques.

Produit	Concentration (mM)	degré d'Inhibition (%)
Benzoate (acide benzoïque)	10	13
SO ₂ (métabisulphite de sodium)	1	100
Ascorbate (acide ascorbique)	1	100
Thiourée	1	68
Thiourée	10	100

2.3. Système traditionnel de transformation

Introduction

Les tubercules d'igname dont le taux d'humidité oscille entre 60 et 80% suivant les variétés posent de sérieux problèmes pour leur conservation. Ces tubercules se conservent aux champs directement, soit dans des cabanes, soit sur des claies, soit dans des fosses construites à cet effet, soit dans des greniers. De ces lieux de conservation, l'igname est transportée à la maison au village au fur et à mesure des besoins. La durée de conservation par ces méthodes, dans le meilleur des cas ne peut excéder six mois (KOFFI K., NAEFF-MEIER F., 1987).

Les pertes au cours de la conservation sont les conséquences des agressions physiques (température, hygrométrie etc...). Ces pertes influençant l'état physiologique et métabolique des tubercules se traduisent par des pertes de masses sèches, par respiration et d'eau, par transpiration ainsi que par des modifications chimiques. Les agressions biologiques (insectes et parasites) s'accompagnant des agressions microbiennes (*clostridium*, *vibrio*, *bacillus* etc...) entraînent le pourrissement (SERBIN, 1988; ASIEDU J.J., 1989).

L'igname est ainsi, sujette à d'importantes pertes post-récoltes qui fluctuent entre 25 et 60% (COURSEY et BOOTH, 1977; LANCASTER et COURSEY, 1984; ASIEDU, 1986) malgré les techniques traditionnelles de conservation.

Cela à amener les producteurs Béninois à contourner ces difficultés de conservation du fait aussi que les méthodes modernes existantes (stockage des tubercules au froid, en atmosphère (teneur en gaz carbonique et en oxygène) modifiée et les traitements ionisants (rayons x, gamma etc...) sont des techniques sophistiquées généralement hors de portée des producteurs.

Il s'agit de la production de fragments de tubercules d'ignames séchés appelés cossettes qui constituent une solution à la conservation de l'igname frais. Cette technique permet en outre, de réduire de plus de la moitié le poids de la matière à transporter (BRICAS N. et al., 1997).

Comment est-elle pratiquée?

2.3.1. Procédé de fabrication

Introduction

Dans le cadre du projet "Valorisation de l'igname pour les marchés urbains", un travail pluridisciplinaire a associé les trois centres de recherches de trois pays de l'Afrique de l'Ouest:

- le CERNA (Centre Régional pour la Nutrition et l'Alimentation Appliquées) du Bénin;

- l'INCV (Institut National des Cultures Vivrières) du Togo;

- le NRCRI (National Roots Crops Research Institute) du Nigéria.

Il a été coordonné par le CIRAD avec l'appui financier du Ministère Français de la Coopération.

Le point des résultats de la recherche de l'équipe du Bénin a été publié dans le rapport final de Juillet 1997 "La valorisation de l'igname pour les marchés urbains "dont nous empruntons les données ci-dessous.

En effet, la production de cossettes d'igname regroupe trois grandes opérations unitaires: épluchage, précuisson/trempe, séchage qui peuvent subir des variantes suivant les lieux et les échelles de production. Elle est essentiellement réalisée dans les campements de brousse, dans les champs de récolte et quelquefois au niveau des maisons au village.

2.3.1.1. Epluchage

Il consiste à éliminer la totalité de l'écorce. Essentiellement manuel, il se pratique à l'aide d'un couteau de fabrication locale. L'opération dure plusieurs heures et il est des plus difficiles ou du moins la plus limitante pour la production de cossettes exigeant beaucoup de main-d'oeuvre pour une transformation à grande échelle. La durée moyenne pour l'épluchage d'un kilogramme d'igname est de 2.4 mn par personne ou 23.5 kg/h/personne.

2.3.1.2. Précuisson

Elle est réalisée dans de grandes marmites en aluminium. Elle consiste à chauffer modérément l'igname pelée dans l'eau jusqu'à la flexibilité du produit (indicateur de la fin de précuisson) sans atteindre la température d'ébullition.

La fin de la précuisson est contrôlée traditionnellement par immersion du doigt dans l'eau (sensation de chaud) et par torsion de quelques cossettes qui doivent à cette étape être flexibles. L'opération dure en moyenne 50 mn.

Diverses raisons sont évoquées par les producteurs pour justifier l'influence de la précuisson sur la qualité des cossettes:

la précuisson permet d'obtenir des cossettes dures, non pourries, d'accélérer le séchage car en ramollissant les cellules, elle offre ainsi une grande facilité d'évaporation aux vapeurs d'eau.

L'igname précuite est laissée dans l'eau de précuisson pour une durée allant de 12 à 24 heures pour que la chaleur atteigne le coeur du produit.

Certaines plantes (*Azadiraca indica*; *Tectona grandis*; *Sorghum vulgare bicolor* (panicule-feuilles); *dioscorea spp.*(lianes); *Mangifera indica* etc...) sont habituellement utilisées pour éviter le contact direct de l'igname avec la paroi de la marmite ou pour colorer les cossettes ou pour imprimer une résistance aux cossettes vis à vis des parasites (moisissures, insectes, rongeurs etc...). Dans la plupart des cas, ces plantes sont disposées au fond de la marmite. L'eau de la précuisson doit couvrir presque entièrement les ignames épluchées.

2.3.1.3. Séchage

Il permet de réduire la teneur en eau des cossettes pour leur conservation de longue durée. Il se pratique sur des aires planes et dures ou sur de l'herbe étalée à même le sol dans les champs. Il dure en moyenne une semaine pendant les temps ensoleillés et sous atmosphère sèche (période d'harmattan). Il peut aller à deux semaines dans le cas contraire (temps moins ensoleillé) atmosphère humide. Le séchage est une opération déterminante pour la qualité (aspect, durée de conservation) des cossettes qui, bien séchées, peuvent se conserver pendant plus d'une année.

Divers produits phytosanitaires (PP *Kummakaté*, insecticide de cacao; Sofagrain; Cendre et boule de roche etc...) et d'autres formulations traditionnelles (feuilles de *Azadirachta indica*; *Lophira lanceolata*; *Pilostigma thonningii* etc...) sont utilisés durant le stockage des cossettes.

Des produits impropres à la consommation tel que le pétrole, utilisé durant le stockage sont à craindre.

En somme, la production des cossettes nécessite la maîtrise du système de production ci-dessus décrite.

Ainsi, le transfert et la diffusion tant du système de transformation de l'igname que des produits obtenus, dans les pays de la sous- région notamment le Burkina-Faso, le Cameroun, et la Côte-d'Ivoire initié par le CIRAD et ses partenaires nécessitent son adaptation aux contextes spécifiques de ces pays d'où l'importance de la présente étude pour cerner certains de ces aspects susceptibles de limiter son acceptation.

III. MATERIELS ET METHODES

3.1. Réalisation des cossettes en bâtonnets, des farines et pâte *amala*

3.1.1. Matériels

- éminceur de cossettes (type fabrication artisanale) pour la fabrication de cossettes en bâtonnets.

Il comporte:

*un support composé de:

- un siège où s'assoit le manipulateur;

-un cadre d'entrée des tubercules à émincir auquel est fixée une lame métallique perforée;

-une caisse de réception des bâtonnets;

*un rotor qui comprend:

-un axe de rotation;

-une manivelle pour axionner la lame permettant ainsi la réalisation des bâtonnets;

*un orifice d'évacuation des refus de tubercule;

- bain marie;

- séchoir électrique marque Memmert GmbH k-91126 schwabach, UM/ULM/SLM 800, volume 749l, puissance 4.8kw, poids 164kg, charge totale: 160kg, Nbre de plateaux: 10;

- moulin « Retsch » GmbH & co . KG- Postfach 1554-5657 Haan 1 west Germany;

- colorimètre minoltat CR-200B/210B/221B;

- granulomètre composé de quatre tamis superposés de mailles respectives: 0.315; 0.250; 0.160; 0.090mm;

-balance analytique de précision à 0.0001g (METTLER AE 260, Delta Range (115-200V, T:160mA);

-Balance Mettler PE 11, Mettler Instrument B.V. Frank Instraat 5 (4004 JK TIEL. SWITZERLAND);

-étuve thermostatée à 105°C;

-creusets en aluminium et en porcelaine munis de couvercles;

-dessicateur;

- réchaud à gaz .

3.1.2. Préparation de la matière première

Dans un premier temps, nous avons procédé à l'achat des tubercules d'igname dans le marché local, central (*Dantokpa*) de Cotonou. Il s'agit des tubercules de la variété « *kokoro* » issus de la dernière récolte (Décembre 97-Mars 98) et qui sont mis sur le marché jusqu'à la période de Juin-Juillet 98.

Ensuite, la réalisation de deux séries d'expériences:

l'une sur des tubercules entiers, épluchés, de longueur et de grosseur moyenne respectivement 15 et 5cm; et l'autre sur des tubercules épluchés et éminçés sous forme de bâtonnets de 4.4cm de longueur; 0.4cm de largeur; 0.2cm d'épaisseur et de poids moyen 950g.

Ces deux séries ont été blanchies par immersion dans des bains de différentes solutions à 65°C pendant 30minutes suivi d'un séchage à 60°C au séchoir électrique. Au total, pour la précuisson, 12 bains ont été réalisés.

De façon synoptique, pour chaque série, les bains utilisés se présentent comme suit:

Tableau 1: Bains de précuisson

BAINS (65°C/ 30 mn)					
aucun	eau	solution d'acide ascorbique 1% (10g/l)	solution d'acide citrique 1% (10g /l)	solution d'acide benzoïque 0.1% (1g/l)	solution de thiourée 0.0761% (0.761g/l)

3.1.3. Production des échantillons de farines

Les produits issus du séchoir, concassés dans un mortier essentiellement pour les cossettes entières, sont réduits en farines à l'aide du moulin. Les farines ont été tamisées à la maille de 0.250mm.

Ces farines ont subi ensuite des tests granulométriques de même qu'un échantillon de farines des marchés, par passage de 25g d'échantillon à travers quatre tamis de mailles respectives : 0,315; 0,250; 0,160; 0,090mm.

3.1.4. Détermination des taux d'humidité

Parallèlement, nous avons procédé à la détermination des taux d'humidité :

- de 12 échantillons de farines réalisées au laboratoire;
 - de 25 échantillons de farines vendues sur quatres différents marchés de Cotonou (*Dantokpa, Saint-Michel, Gbégamey, Ganhi et Dégakon*);
 - de 25 boules-échantillons de pâtes *amala* vendues dans les restaurants, marchés, lieux de travail et artères de rues de Cotonou;
- par pesée et séchage de 5g de chaque échantillon à l'étuve thermostatée à 105°C pendant 72h.

3.1.5. Production des boules de pâtes *amala*

Dans un deuxième temps, nous avons procédé à la préparation de la pâte *amala* avec les farines réalisées au laboratoire suite à la standardisation de la pâte *amala* vendues sur les marchés d'un taux d'humidité moyen de 80%.

Ainsi, la proportion de 75g de farine pour 300ml d'eau (1kg de farine pour 4l d'eau) a été observée. La farine d'igname est versée dans l'eau bouillante à 100°C et touillée jusqu'à consistance nécessaire (obtention d'une pâte à consistance élastique). La durée observée pour chaque préparation a été en moyenne de 15 minutes et a permis d' avoir 12 échantillons de pâtes d'un poids moyen individuel de 340g.

3.1.6. Evaluation de la couleur

Les caractéristiques de couleur ont été mesurées tant pour les farines réalisées au laboratoire (12 échantillons) les farines des marchés (25 échantillons) que pour les pâtes de laboratoire (12 échantillons) et des marchés (25 échantillons) au colorimètre Minoltat, standardisé avec la céramique blanche de référence: $L^* = 97,8$ $a^* = -0,3$ $b^* = 1,5$ où L^* indique la luminance, la clarté (le blanc), a^* l'intensité de rouge, b^* l'intensité de jaune.

3.2. Test sensoriel

Introduction

L'objectif ici, est de faire apprécier les produits fabriqués au laboratoire par les utilisateurs et bénéficiaires potentiels des fruits de la recherche.

Il s'agit d'une approche participative de la « Recherche-Développement » dont la finalité est de tirer parti des avis obtenus à propos des produits proposés pour procéder à son amélioration.

Ainsi, il ne s'agit pas pour nous d'avoir un échantillon statistiquement représentatif de la population, mais d'avoir, dans l'échantillon, une diversité de situation dont nous avons fait l'hypothèse qu'elle peuvent jouer sur l'acceptabilité et la perception des produits.

Cela constitue une tentative de réponse aux préoccupations des paysans et transformateurs du Bénin formulées lors du *séminaire international sur l'igname, plante séculaire et culture d'avenir*; en ces termes: "*les solutions obtenues par la recherche agronomique ne sont pas souvent vulgarisées; amis chercheurs, venez sur le terrain afin que le producteur, dès à présent, bénéficie de votre expérience aussi longtemps qu'il dure sinon mon dur labeur sera vain*" (BERTHAUD J. et al, 1997).

3.2.1. Les échantillons à apprécier

Il s'agit d'une part de:

*** 12 échantillons de farines** dont 6 sont issues des cossettes en bâtonnets et 6 des cossettes de tubercules entiers à savoir:

- Farine de bâtonnets, sans bain
- Farine de cossettes, sans bain
- Farine de bâtonnets, bain d'eau
- Farine de cossettes, bain d'eau
- Farine de bâtonnets, bain acide citrique
- Farine de cossettes, bain acide citrique
- Farine de bâtonnets, bain acide benzoïque
- Farine de cossettes, bain acide benzoïque
- Farine de bâtonnets, bain de thiourée
- Farine de cossettes, bain de thiourée
- Farine de bâtonnets, bain acide ascorbique

-Farine de cossettes, bain acide ascorbique et

*** 12 échantillons de pâtes *amala* issues des farines précitées.**

Ces échantillons ont été comparés aux produits couramment consommés par la population à savoir:

-Farine de cossettes de couleur brune issue de la transformation traditionnelle et

-Pâte *amala* de couleur brune.

D'autre part, les cossettes en bâtonnets d'épaisseur 0.2 cm issues des bains suscités, ont été appréciés.

3.2.2. Le Panel

Il a été composé en faisant l'hypothèse que les personnes choisies sont supposées bien averties et pouvant donner des informations fiables sur les produits.

Pour l'appréciation des farines, il est constitué d'un échantillon de 20 personnes de différentes catégories choisies dans la ville de Cotonou comme suit:

-Vendeuses de farines d'*amala* :10

-Femmes au foyer: 5

-Restauratrices: 5.

Pour l'appréciation des pâtes *amala*, le panel est également constitué de 20 personnes de diverses catégories comme ci-après:

-Restauratrices: 10

-Femmes au foyer: 5

-Consommateurs: 5.

3.2.3. Déroulement du test

Dans un premier temps, une visite de courtoisie a été faite aux panélistes et a permis d'établir un calendrier de passage suivant leur disponibilité.

Ensuite, les échantillons ont été soumis à leur appréciation conformément au programme établi.

L'évaluation des pâtes a eu lieu instantanément car les panélistes ont été mobilisés en conséquence.

Ainsi, une évaluation sensorielle de la couleur, de la finesse, de l'odeur pour les farines et de la couleur, de l'odeur, de l'élasticité et d'acceptabilité générale pour les pâtes a été faite (hormis l'appréciation du goût des produits compte tenu des réticences supposées et du stade actuel de la recherche).

Cette évaluation était basée sur une notation des produits suivant l'échelle ci-après:

1=Très inférieur

2=Légèrement inférieur

3=Egal

4=Légèrement supérieur

5=Très supérieur

Par contre, les cossettes en bâtonnets ont fait l'objet d'un entretien auprès:

-d'un groupe de cinq producteurs de la grosse zone productrice des cossettes au Bénin (sous-préfecture de *Tchaourou* située à 350 km de Cotonou) sous la conduite du responsable de la promotion de la qualité et du conditionnement des produits agricoles de cette zone.

-de la représentante des vendeuses de cossettes d'igname au grand marché de Cotonou (Dantokpa) et

-de dix acheteurs de cossettes.

Au total, des expériences au laboratoire et du test sensoriel ci-dessus décrits, découlent des résultats essentiellement présentés sous forme de tableaux comme ci-après.

IV. RESULTATS ET DISCUSSION

4.1. Expérimentation

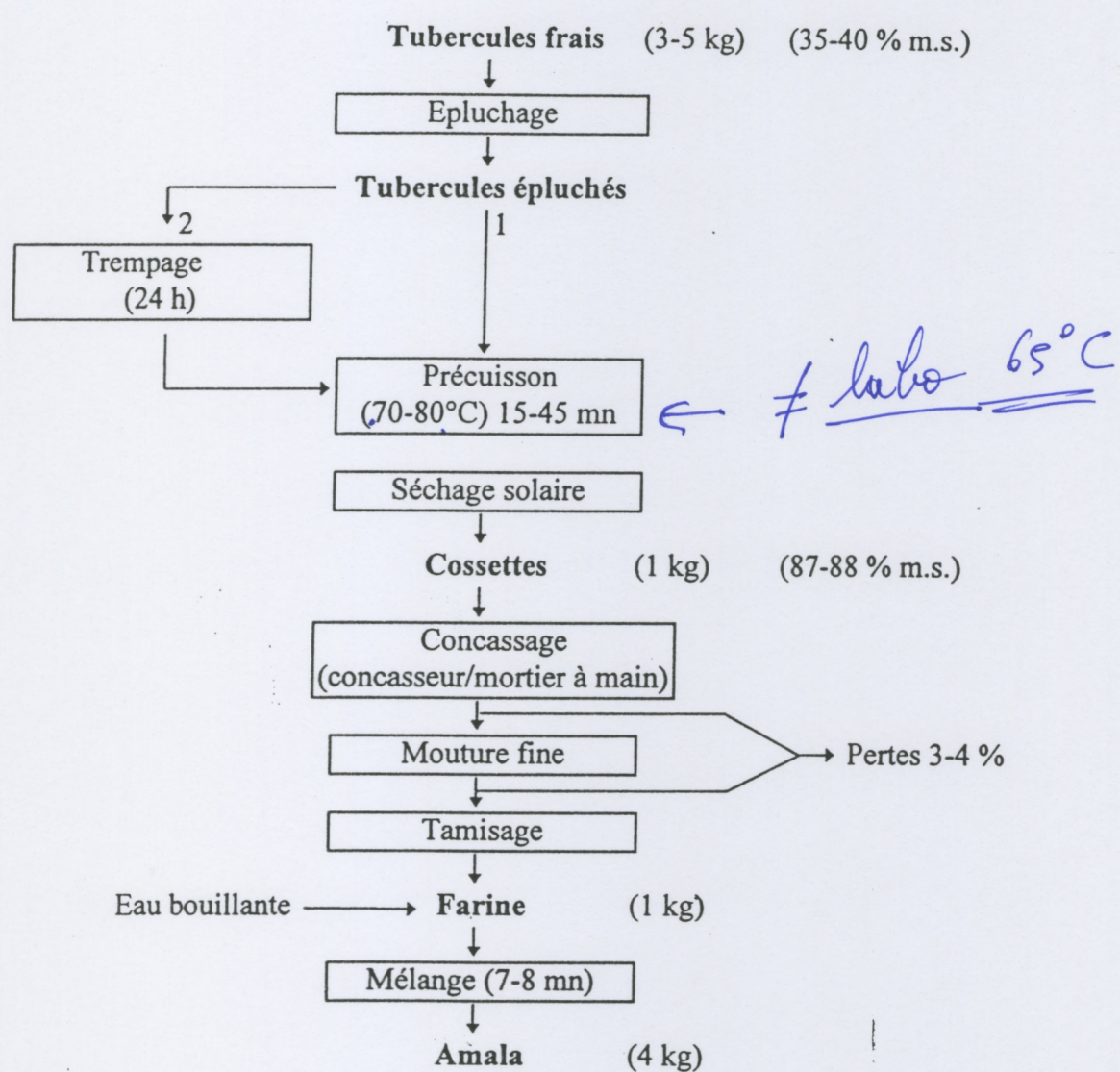


Figure 1: Procédé de transformation de l’igname en cossettes, farine et pâte *amala*
Source: Département de Nutrition et Sciences Agro-alimentaire-FSA-UNB, Cotonou, BENIN

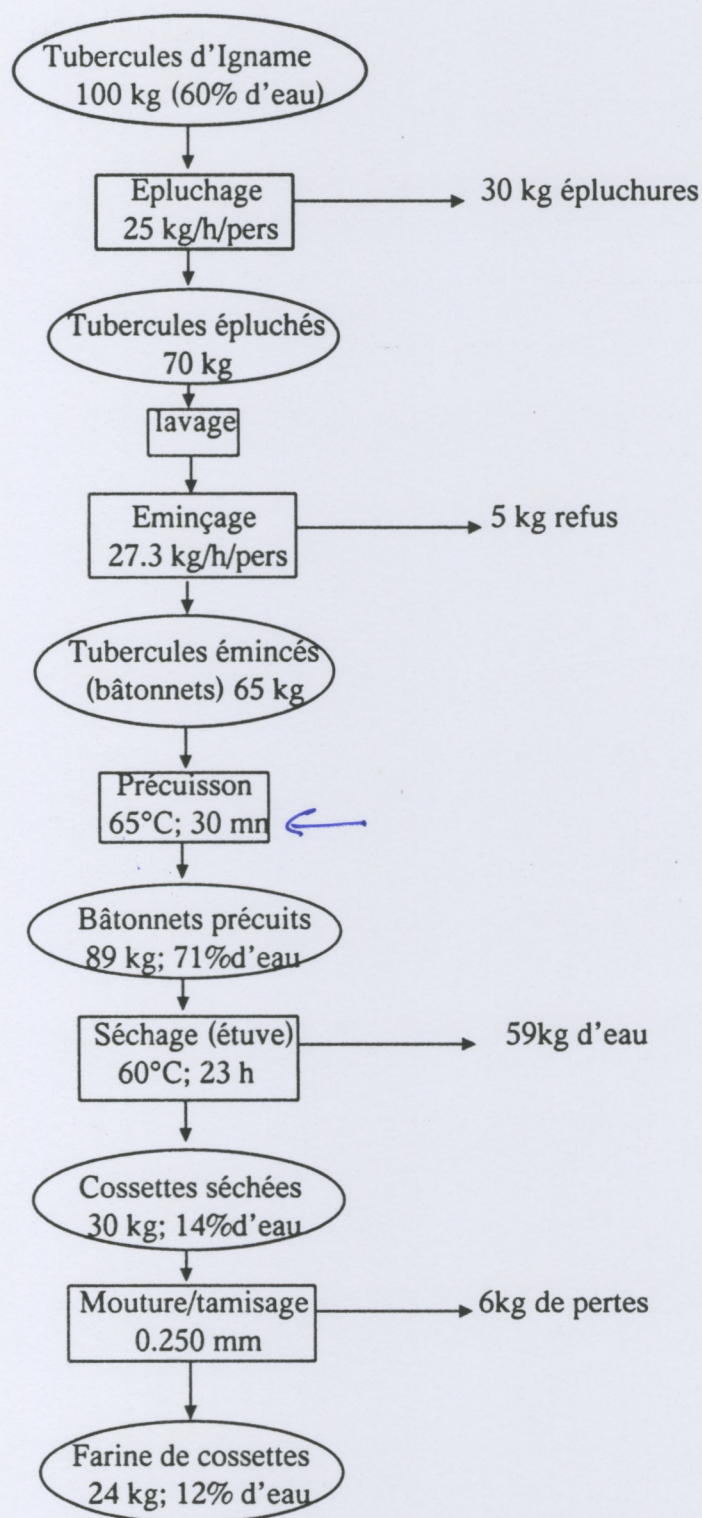


Figure 2: procédé de fabrication de bâtonnets et de farines au laboratoire



Réalisation des bâtonnets avec un éminçeur de tubercule, de fabrication
artisanale
(Laboratoire du CERNA-FSA-BENIN)

Tableau 2: Durées moyennes de séchage des bâtonnets et cossettes (en h) à l'étuve ventilée à 60°C

Echantillons	Moyenne	Ecart-type
Bâtonnets (0.2cm)	21	2
Cossettes (5cm)	67	3.6

Du tableau ci-dessus, il apparaît que la taille des tubercules influe notamment sur la vitesse d'évaporation d'eau. Dans l'ensemble, les bâtonnets se prêtent mieux à la réduction du temps de séchage.

Tableau 3: Teneur en eau moyenne des échantillons après séchage des cossettes (%).

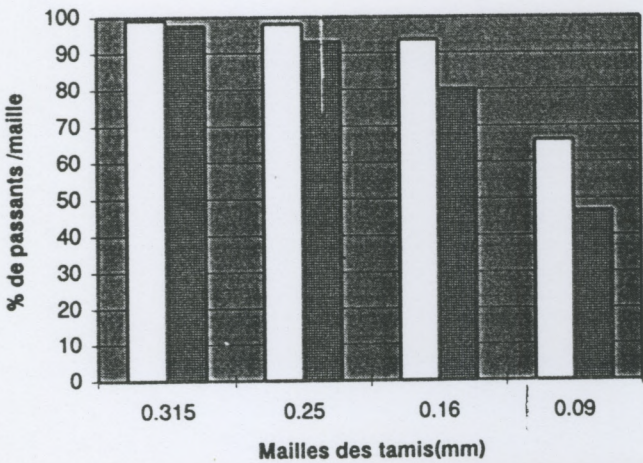
Echantillons	Moyenne	Ecart-type
Farines de bâtonnets	9.35	1.89
Farines de cossettes	12.65	0.65
Farines des marchés	13.49	0.84
Pâtes amala des marchés	80.01	1.12

Tableau 4: Répartition granulométrique des farines.

Mailles des tamis (mm)	% de passant/maille			
	farines de laboratoire		farines des marchés	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
0.315	99.06	0.61	97.60	1.38
0.250	98.00	0.80	93.20	1.44
0.160	93.73	1.28	80.13	1.66
0.090	66.00	9.70	46.66	10

Le tableau ci-dessus montre qu'aux différentes mailles, le pourcentage de passant de particules des farines réalisées au laboratoire est plus élevé que celui des farines des marchés.

Il en résulte une finesse plus élevée des farines réalisées, qualité recherchée dans les marchés locaux.



Graphique 1: Répartition granulométrique des farines

□ Farine labo ■ Farine marché

Tableau 5 : Effets de la taille et des bains sur la couleur des farines suivant leurs indices de clarté (L*)

Echantillons	Céramique blanche	Traitements					
		sans bain	bain d'eau	bain acide ascorbique	bain de thiourée	bain acide benzoïque	bain acide citrique
Farines des Bâtonnets	97.80	85.30	83.80	81.50	87	85.75	88.40
Farines des Cossettes	97.80	82.20	80.45	81.60	81.40	80.30	82.60

Le tableau ci-dessus montre que dans l'ensemble, les farines des bâtonnets sont plus claires que celles des cossettes d'où l'effet positif d'une réduction de la taille des cossettes. Du point de vue de l'efficacité des traitements pour l'obtention de farine plus blanche on note que:

- pour les bâtonnets, l'acide citrique, le thiourée et
- pour les cossettes entières, l'acide citrique et le sans bain offrent le meilleur choix. Le témoin (farine de cossette bain d'eau) étant dans l'ensemble de coloration inférieure aux autres traitements.

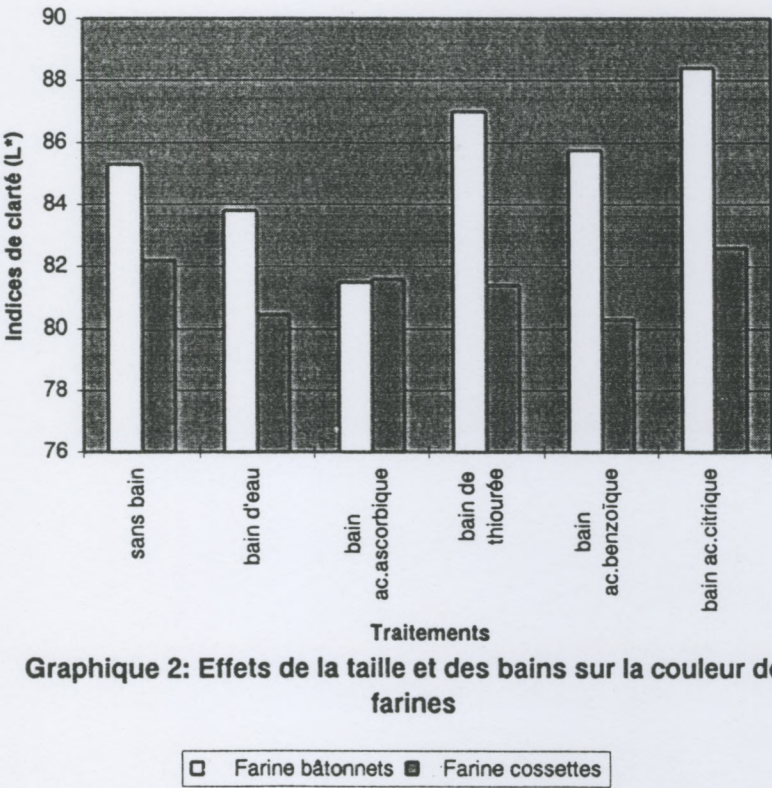


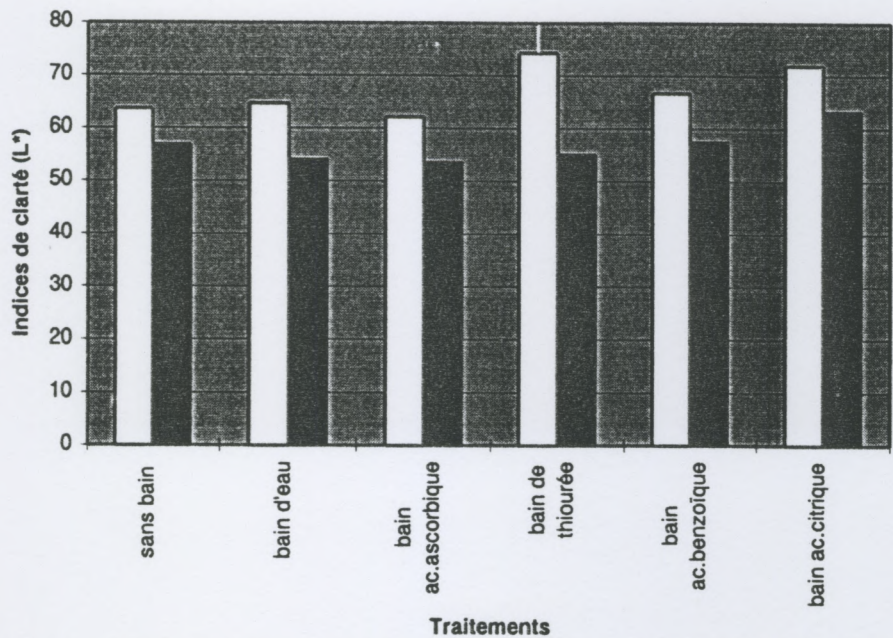
Tableau 6: Effets de la taille et des bains sur la couleur des pâtes suivant leurs indices de clarté (L*).

Echantillons	Céramique blanche	Traitements					
		sans bain	bain d'eau	bain acide ascorbique	bain de thiourée	bain acide benzoïque	bain acide citrique
Pâtes des Bâtonnets	97.80	63.70	64.65	62.15	74.30	66.70	71.95
Pâtes des Cossettes	97.80	56.90	54.10	53.55	55.15	57.55	63.25

Le tableau ci-dessus confirme dans l'ensemble, les observations faites sur les farines. Elles se traduisent par le fait que les pâtes issues des bâtonnets sont plus claires que celles des cossettes entières.

Du point de vue de l'efficacité des traitements pour l'obtention de pâtes plus blanches on note que:

- pour les bâtonnets, l'acide citrique et le thiourée;
- pour les cossettes entières, l'acide citrique offrent le meilleur choix.



Graphique 3: Effets de la taille et des bains sur la couleur des pâtes

□ Pâte bât. ■ Pâte cos.

Tableau 7: Comparaison de la couleur des farines et des pâtes suivant leurs indices de clarté

Echantillons		Traitements					
		sans bain	bain d'eau	bain acide ascorbique	bain de thiourée	bain acide benzoïque	bain acide citrique
bâtonnets	farines	85.30	83.80	81.50	87	85.75	88.40
	pâtes	63.70	64.65	62.15	74.30	66.70	71.95
cossettes	farines	82.20	80.45	81.60	81.40	80.30	82.60
	pâtes	56.90	54.10	53.55	55.15	57.55	63.25

Le tableau ci-dessus montre que dans l'ensemble la couleur des pâtes est fonction de celle des farines.

Ainsi, la couleur de la farine permet de prédire la couleur probable de la pâte.

Aussi, le tableau laisse apparaître que le bain d'acide citrique se révèle intéressant tant pour les bâtonnets que pour les cossettes pour éclaircir la couleur des farines et pâtes *amala*.

Tableau 8: Caractéristiques de 25 échantillons de farines et de 25 échantillons de pâtes *amala* issues des marchés de Cotonou, suivant leurs indices de clarté.

Paramètres Echantillons	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Farines	79.2	79.1	79.3	0.14
Pâtes	54	52.4	55.6	2.26

Le tableau ci-dessus montre bien les niveaux de clarté des pâtes et farines des marchés. En comparant respectivement les valeurs moyennes observées aux témoins de farines et pâtes (80.54 et 54.10) issues des cossettes entières de notre échantillon, elles sont légèrement moins élevées; ce qui confirme bien la spécificité de la couleur brun-foncée de la farine et pâte traditionnelle appelée *élubo* ou *amala* vendues dans les marchés de Cotonou.

Tableau 9: Observation visuelle de la couleur des **farines** et **pâtes** au laboratoire

Echantillons		Traitements					
		sans bain	bain d'eau	bain acide ascorbique	bain de thiourée	bain acide benzoïque	bain acide citrique
Bâtonnets	farines	blanc	brun clair	clair rosé	assez blanc	clair	assez blanc
	pâtes	brun clair	brun clair	clair rosé	assez blanc	brun clair	clair
Cossettes	farines	brun clair	brun	clair rosé	brun clair	brun clair	brun clair
	pâtes	brun clair	brun	légèrement clair	brun clair	brun clair	clair

- Pâte de farine de bâtonnets sans bain: blanc, légèrement cendre, très peu élastique
- Pâte de farine de bâtonnets bain de thiourée: pâteux, très peu élastique
- Pâte de farine de bâtonnets bain d'acide ascorbique: clair-rosé
- Pâte bain acide benzoïque: coloration proche du brun local.

4.2. Test sensoriel

4.2.1. Caractéristiques des panélistes

Tableau 10: Répartition ethnique des panélistes pour l’appréciation des farines

Groupe ethnique	Nombre	pourcentage (%)
Fon	15	75
Mahi	2	10
Aïzo	1	5
Mina	1	5
Dendi	1	5
Total	20	100

Tableau 11: Répartition ethnique des panélistes pour l’appréciation des pâtes *amala*

Groupe ethnique	Nombre	Pourcentage (%)
Yorouba	4	20
Mahi	3	15
Fon	3	15
Dendi	3	15
Mina	2	10
Adja	1	5
Sahouè	1	5
Sèmèrè	1	5
Kabiais	1	5
Kotokoli	1	5
Total	20	100

Les tableaux ci-dessus montrent bien la diversité des échantillons pour mieux cerner les observations des différents groupes consommateurs d’*amala*.

En effet, l’*amala*, un produit originaire du Sud-Est (Ouémé) et du centre (Zou) du Bénin, a conquis progressivement la plupart des ethnies et est ainsi rentré dans les habitudes alimentaires des populations. Il est devenu très populaire de nos jours et largement consommé dans les grandes villes du pays notamment Cotonou, Porto-novo.

4.2.2. Résultats du test sensoriel

Tableau 12: Appréciations faites sur les farines

Produits	Acceptabilité générale	
	Note Moyenne*	Ecart-type
Farine de bâtonnets, sans bain	2.25	0.44
Farine de cossettes, sans bain	2.15	0.37
Farine de bâtonnets, bain d'eau	2.45	0.51
Farine de cossettes, bain d'eau	2.50	0.51
Farine de bâtonnets, bain acide citrique	1.15	0.37
Farine de cossettes, bain acide citrique	1.25	0.44
Farine de bâtonnets, bain acide ascorbique	2.15	0.37
Farine de cossettes, bain acide ascorbique	2.20	0.41
Farine de bâtonnets, bain acide benzoïque	2.60	0.50
Farine de cossettes, bain acide benzoïque	2.55	0.51
Farine de bâtonnets, bain de thiourée	1.15	0.37
Farine de cossettes, bain de thiourée	1.20	0.41

Le tableau ci-dessus montre que les farines issues des cossettes en bâtonnets et entières des bains d'acide citrique et de thiourée sont considérées par nos enquêtés comme étant très inférieures (différents) (couleur très blanc) de la farine habituelle de couleur brune (note moyenne et écart-type variant respectivement entre [1.15-1.25] et [0.37-0.44]); tandis que celles issues des cossettes en bâtonnets et entières sans bain et de solution d'acide ascorbique sont légèrement inférieures (note moyenne et écart-type comprises entre [2.15-2.25] et [0.37-0.44]) .

Par contre, les farines issues de cossettes en bâtonnets et entières de bain d'eau uniquement et de solution d'acide benzoïque sont acceptées comme sensiblement égale à la farine habituelle de couleur brune (note moyenne et écart-type situés respectivement dans la fourchette [2.45-2.60] et [0.50-0.51]).

- *Echelle d'évaluation:

1= très inférieur

2= légèrement inférieur
- 3= Egal

4= légèrement supérieur

5= très supérieur

Tableau 13: Appréciations faites sur les pâtes *amala*

Produits	Acceptabilité générale	
	Notes Moyenne*	Ecart-type
Pâte de Farine de bâtonnets, sans bain	1.55	0.51
Pâte de Farine de cossettes, sans bain	1.65	0.49
Pâte de Farine de bâtonnets, bain d'eau	2.30	0.57
Pâte de Farine de cossettes, bain d'eau	2.55	0.51
Pâte de Farine de bâtonnets, bain acide citrique	1.20	0.41
Pâte de Farine de cossettes, bain acide citrique	1.25	0.44
Pâte de Farine de bâtonnets, bain acide ascorbique	1.50	0.51
Pâte de Farine de cossettes, bain acide ascorbique	1.50	0.51
Pâte de Farine de bâtonnets, bain acide benzoïque	2.50	0.51
Pâte de Farine de cossettes, bain acide benzoïque	2.65	0.49
Pâte de Farine de bâtonnets, bain de thiourée	1.30	0.47
Pâte de Farine de cossettes, bain de thiourée	1.35	0.49

Du tableau ci-dessus, se dégagent les observations suivantes:

Les pâtes *amala* issues des farines de cossettes en bâtonnets et entières des solutions d'acide citrique, thiourée, acide ascorbique et sans bain sont considérées par nos enquêtés comme des produits très inférieurs (différents) de la pâte *amala* habituelle de coloration brune avec une note moyenne et un écart-type oscillant respectivement entre [1.20-1.65] et [0.41-0.51].

Par contre, celles issues des farines de cossettes en bâtonnets et entières issues de solutions d'acide benzoïque et d'eau uniquement, sont acceptées comme des produits légèrement inférieures à la pâte *amala* couramment consommée. La note moyenne et l'écart-type se situent respectivement dans la fourchette [2.30-2.65] et [0.49-0.57].

***Echelle d'évaluation:**

1= très inférieur

4= légèrement supérieur

2= légèrement inférieur

5= très supérieur

3= égal

Tableau 14: Synthèse des observations faites par les principaux acteurs (producteurs-transformateurs, commerçants, consommateurs) de la filière cossette sur la production des bâtonnets.

Avantages	Contraintes	Attentes
<ul style="list-style-type: none"> -sécher rapidement que les cossettes habituelles (gain de temps -annuler la phase de concassage et permettre de passer directement à la mouture -réduction du coût de la mouture -possibilité de faire des cossettes toute l'année -disponibilité des cossettes sur les marchés en toute période -assez pratique, bien conditionné, peut se vendre dans les centres commerciaux en ville -produit propre, bien sec, peut se conserver longtemps -peut permettre d'éviter la pourriture des cossettes - facile à transporter -peut permettre de réduire les attaques parasitaires et les risques d'infection. 	<ul style="list-style-type: none"> -coût de l'éminceur -la non-disposition des aires de séchage appropriées -le prix d'achat du produit au consommateur -la non connaissance du produit -la non disposition d'un éminceur peut entrainer plus de temps pour la production manuelle des bâtonnets. 	<ul style="list-style-type: none"> -revoir l'épaisseur des bâtonnets (pour qu'ils puissent résister aux différentes manipulations du producteur au consommateur) -entrevoir d'emballage approprié pour le conditionnement du produit -rendre disponible l'éminceur à un coût raisonnable -suivre les producteurs dans l'expérimentation du nouveau procédé.



Discussion autour des bâtonnets avec les représentants des producteurs de cossettes d'igname de TCHAOUROU (zone grosse productrice de cossettes au BENIN), située à environ 350 km de Cotonou.

De gauche à droite :

ASSOUMA Mama; ISSOUFOU Barika; GADO Aboudou; ALADJI Soumaïla; GNIKOUGUI Séidou; nous-même; AROUNA Babawé et KATCHON David (Agent chargé de la promotion de la qualité et du conditionnement des produits agricoles de TCHAOUROU).

4.3. Discussion

Des résultats ci-dessus présentés, se dégagent les observations ci-après:

La réduction de l'épaisseur des cossettes (0.2cm) par la production de bâtonnets, en augmentant les surfaces de contact des cossettes, accélère le séchage et diminue ainsi la durée de séchage par rapport aux cossettes entières (tableau 2). Cela se traduit par une réduction du temps de séjour des cossettes au séchage, l'obtention de cossettes bien séchées pouvant se conserver plus longtemps et débarrassées des attaques parasitaires.

En effet, selon nos observations sur le terrain (marché principal de Cotonou-Dantokpa), environ 30% des cossettes présentées étaient infestées par des insectes qui les perforent et y vivent à l'intérieur réduisant en poudre nauséabonde, inutilisable la fécule des cossettes.

Ces attaques parasitaires pourraient être limitées par la réduction de l'épaisseur des cossettes qui rendrait l'intérieur des cossettes inhabitable aux insectes. Cette hypothèse se trouve confirmée par les essais de conservation de chips et de cossettes entières qui ont montré que les chips ne sont pas attaqués après dix mois alors que plus de la moitié (58%) des tubercules sont sérieusement attaqués dès le 4ème mois d'après les travaux de **BRICAS N. et al.**, en 1997.

La répartition granulométrique (tableau 4) montre que les farines des cossettes réalisées au laboratoire sont légèrement plus fines que celles des marchés probablement liée à la mouture effectuée avec des tamis de mailles 0.250mm. De façon spécifique, on note que 99.1% des particules des farines de laboratoire contre 97.6% pour les farines des marchés ont une taille inférieure à 0.315mm (maille la plus grande).

Par ailleurs, afin de limiter le brunissement des farines et des pâtes, l'addition de différents produits chimiques possédant des propriétés antioxydantes a été testée (tableau 1).

La présence de ces additifs dans les bains de précuisson a modifié différemment la couleur des produits (tableaux 5; 6; 7).

Par rapport au témoin (cossette bain d'eau) et aux autres traitements, l'acide citrique offre le meilleur choix (tableau 7). Il a modifié significativement la couleur brune de la farine et de la pâte en les rendant plus blanches.

Une telle efficacité est liée probablement à l'action conjuguée:

-d'une précuisson à la température de 65°C pendant 30mn qui pourrait détruire certaines enzymes oxidasiques;

-de la solution de précuisson et

-de la température de séchage régulée à 60°C car, différentes études dont celle de BOUCHOT P. et *al.*, en 1987 ont montré que le créneau de température de 60-80°C pour le séchage est tout à fait compatible, au-delà, on entre dans le domaine des réactions de Maillard noircissant le produit.

De façon spécifique, les farines et pâtes issues des bâtonnets sont plus claires que celles des cossettes entières, cela confirme l'effet positif d'une réduction de la taille pour l'obtention de farines et pâtes *amala* plus blanches (tableau 7).

Aussi, il se dégage que la couleur de la pâte est fonction de celle de la farine.

Du point de vue acceptabilité, on note à travers la réponse des enquêtés:

- la supériorité reconnue de la finesse des farines réalisées; de même, la clarté des pâtes qui en sont issues est notée;

- que cette finesse des farines est très recherchée; par contre, elle nécessite un malaxage soigné pour avoir une bonne pâte car si la ménagère est défaillante, la pâte formerait des grumeaux ce qui déprécierait sa qualité organoleptique;

-que la couleur plus claire des farines et des pâtes (cas des farines et pâtes des bains d'acide citrique)pourrait limiter leur acceptabilité à Cotonou car la couleur habituelle brune de la farine et de la pâte est une condition incontournable pour le consommateur exigeant vis-à-vis de la qualité. Elle traduit l'absence de fardage avec la farine de cossettes de manioc.

Ce caractère de pureté pour les consommateurs exigeant la qualité a été confirmé par 88% des consommateurs d'une étude réalisée à Cotonou par DUMONT R. en 1995.

Toutefois, dans l'hypothèse d'obtention de l'igname pilée de couleur habituelle blanche, le produit à traitement acide citrique pourrait être accepté comme un substitut.

Par contre, les produits obtenus de couleur plus claire notamment ceux issus du traitement acide citrique peuvent être expérimentés dans les pays où la couleur brune de l'*amala* constitue un facteur limitant.

Quant aux cossettes en bâtonnets, vu l'attention qu'ont accordé les différents acteurs, leurs observations (tableau 14) devront être prises en compte dans la poursuite des expériences pour promouvoir sa vulgarisation ultérieure en milieu réel.

V. RECOMMANDATIONS

Des résultats et discussions ci-dessus, il apparaît que la présente étude offre des pistes intéressantes de recherche sur les cossettes d'igname qu'il convient d'approfondir.

A cet effet, nous recommandons les actions suivantes à entreprendre:

- la soumission des pâtes issues des farines des bâtonnets et cossettes précuits dans un bain à traitement acide citrique (10g/l), à un panel de 20 dégustateurs au minimum dans les pays de transfert du système de transformation des ignames en cossettes (Burkina-Faso, Cameroun, Côte-d'Ivoire). Cela permettrait de vérifier si cette modification de bain de précuisson aboutissant à un *amala* plus blanc est bien corrélée avec le goût des consommateurs;

- la détermination de la composition chimique de l'igname type *kokoro* afin d'approfondir les connaissances sur les mécanismes de brunissement de ce tubercule et de pouvoir mieux le prévenir.

CONCLUSION

Les résultats préliminaires de la présente étude sur *l'amélioration du procédé de transformation de l'igname en cossettes* ont permis de:

- montrer tout l'intérêt que présente la réduction de la taille des cossettes par l'introduction d'un éminceur dans le procédé;

- mettre en évidence l'effet positif de modification de bain par l'introduction de différents produits chimiques. Cet effet s'est traduit par l'obtention de farines et pâtes de cossettes plus blanches que les produits habituels de couleur brune.

- montrer qu'il existe une corrélation entre la couleur de la farine et celle de la pâte qui permet de déterminer la couleur probable de ce dernier une fois celle de la farine connue.

- identifier l'acide citrique comme traitement le plus indiqué pour éclaircir la couleur brune des farines et pâtes *amala*.

Il convient maintenant de soumettre les produits obtenus à l'attention des populations des zones de transfert de la technologie (Burkina-Faso, Cameroun, côte-d'Ivoire) où la couleur brune peut constituer une source de réticence pour l'acceptabilité des produits.

Cela permettra d'orienter les actions futures de recherche pour une étude approfondie et de mesurer la probabilité d'obtenir des débouchés commerciaux par le développement de la filière cossettes d'ignames dans la région subsaharienne.

Au Bénin, une pré vulgarisation de l'éminçage des cossettes s'avère indispensable afin de faire connaître le nouveau procédé aux transformateurs et rendre ainsi à court terme son adoption compte tenu des avantages qu'il présente.

BIBLIOGRAPHIE

AJIBOLA O.O., ABONYI B.I., ONAYEMI O., 1988. The effect of some processing variables on dehydration of pregelled yam pieces. Journal of food science and technology; Department of Agricultural Engineering, University of Ife, Ile-Ife, Nigeria. Vol. 25, n°3, PP.117-120.

AKANBI C.T., GUREJE P.O., ADEYEMI I.A., 1996. Effect of heat-moisture pre-treatment on physical characteristics of dehydrated yam. Journal of food engineering. Department of Agricultural Engineering, University of Ife, Ile-Ife, Nigeria. Vol. 28, n°1, PP. 45-54.

ASIEDU J.J., 1991. L'igname. in: La transformation des produits agricoles en zone tropicale. Approche technologique. CTA-KARTHALA. 355 P.

ATTAIE H., 1996. Etat des connaissances de la recherche sur les utilisations et la consommation humaine de l'igname dans le monde. Rapport de stage de l'école polytechnique fédérale de Zürich, SUISSE au CIRAD-SAR. 49 P.

BAJIKILE M., JACQUA C., 1997. L'igname: Bilans et Perspectives. Travaux bibliographiques; xxe promotion Mayotte ENSIA-SIARC. 15 P.

BERTHAUD J., BRICAS N., MARCHAND J.L., 1997. L'igname, plante séculaire et culture d'avenir. Acte du séminaire international. 3-7 Juin 1997 Montpellier. France. CIRAD, INRA, ORSTOM, CORAF. 453 P.

BOUCHOT P., CODRON B., GRELLIER H., JOUANNAULT F., JUND N., RABBE L., VILLENEUVE A., 1987. Conservation et transformation de l'igname et de la banane plantain. Rapport de groupe de mission d'étude en Côte-d'Ivoire, les cultures vivrières. 75 P.

CHEYNS E., 1996. Pratique des enquêtes. Cours CNEARC-SIARC-ESAT; CIRAD-SAR.

CHEFTEL J.C., CHEFTEL H., BESANÇON P., 1976. Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Edition Tec. et Doc., Paris. Vol 1. PP.353-362.

CIRAD-SAR FRANCE., FSA-UNB BENIN., INCV TOGO., NRCRI NIGERIA., 1997. La valorisation de l'igname pour les marchés urbains. Rapport final. 89 P.

DAVID P., 1998. Le BENIN. Edition KARTHALA. 218 P.

DEGRAS L., 1986. L'igname. Plante à tubercule. Collection technique agricole et production tropicale. Edition G & Larose, Paris. 408 P.

DUMONT R., 1994. Informations concernant les cossettes d'ignames. CIRAD/IITA, Yam Research Coordination Unit. Cotonou. 3 P.

DUMONT R., 1995. Résultats d'une enquête conduite sur l'utilisation des cossettes d'ignames dans l'alimentation des populations de Cotonou. CIRAD/IITA, Yam Research Coordination Unit. Cotonou. 8 P.

DUMONT R., 1995. Résultats d'une enquête conduite sur la production des ignames dans un village Bariba du Bénin. Cotonou. CIRAD/IITA, Yam Research Coordination Unit. Cotonou. 18 P.

DUMONT R., 1995. Utilisation des ignames (*Dioscorea SP.*) pour la production de cossettes ou de farine destinée au commerce. Situation actuelle et perspectives. CIRAD/IITA, Yam Research Coordination Unit. Cotonou. 7 P.

DUMONT R., VERNIER P., 1995. La production et l'utilisation de cossettes d'igname (*D. Cayenensis-rotundata*) au Bénin. Situation actuelle et perspectives. Communication présentée au Vème séminaire triennal de la société internationale pour les plantes à racines et tubercules tropicales. Branche africaine ISTRC -AB. Lilongwe, MALAWI, 22-28 Octobre 1995. CIRAD-CA Montpellier. 10 P.

EDEMA M.J., 1992. Chimie alimentaire, travaux pratiques. Laboratoire CERNA-. Cotonou 29 P.

GBEDOLO Y.M., 1983. La culture des ignames, leur conservation et leur transformation en République Populaire du Bénin. Séminaire sur l'igname, 2-5 Novembre 1983, ENSA, Abidjan, Côte d'ivoire. 8 P.

HAHN S.K., OSIRU D.S.O., AKORODA M.O., OTOO J.A., 1994. Production des ignames: rôle actuel et perspectives d'avenir. Guide de recherche de l'IITA N°46. Programme de formation, Institut International d'Agriculture Tropical (IITA), Ibadan, Nigéria. 37 P.

HAUSER S., 1993. Analyses sensorielles des produits d'igname. Travail de diplôme, Institut des Sciences Alimentaires. Ecole Polytechnique Fédérale de ZÜRICH. 41 P.

IGE M.T., AKINTUNDE F.O., 1981. Studies on the local techniques of yam flour production. Department of Agricultural Engineering, University of Ife, Faculty of Agriculture. Ife, Nigeria. Journal of food technology n°16. PP.303-311.

KAMENAN A., BEUCHAT L.R., CHINNAN M.S., HEATON E.K., 1987. Composition and physico-chemical properties of yam (*Dioscorea species*) flour prepared using different processes. Journal of food Processing and Preservation Vol. 11, n°4. PP.299-308.

KOFFI K., NAEFF-MEIER F., 1987. La préparation de foutou d'igname traditionnel à partir de l'igname séchée au centre suisse. Essais réalisés au Centre de Recherche Scientifique, CSRS, Abidjan. Note de résultats. 7 P.

MIEGE O., LYONGA S.N., 1982. Ignames: Yams. Oxford University Press. 411 P.

NGODDY P.O., ONUOHA C.C., 1983. Selected problems in yam processing. Proceeding of the symposium on yam biochemistry held in Anambra State University of Technology, Enugu, Nigéria, May 3-5-1983. PP.295-317.

OKAKA J.C., ANAJEKWU B., 1990. Preliminary studies on the production and quality evaluation of dry yam snack. Tropical science n°30. PP. 65-72.

OKE O.L., 1991. Racines, Tubercules, Plantains et Bananes dans la nutrition humaine. Collection FAO: Alimentation et nutrition. Rome. 196 P.

RODRIGUEZ-SOSA E.J., PARSI-ROS O., 1980. Absorption of Sulfur Dioxide by Habanero (D. Rotundata) Yam. Food Technology Laboratory, Agricultural Experiment Station, Mayagüez Campus, University of Puerto-Rico, Rio Piedras, P.R. PP.258-263.

SWAGTEN I., 1988. La filière de l'igname au Bénin et les possibilités d'intervention pour améliorer la production et la commercialisation de ce tubercule. Rapport de stage CNEARC/ENITA. 59 P.

ANNEXES

Annexe 1: Données expérimentales de la répartition granulométrique des farines

a) Farines réalisées au laboratoire

Maille (mm)	% de passant/maille			moyenne	écart-type	CV(%)
	Essai1	Essai2	Essai3			
0,315	98,40	99,60	99,20	99,06	0,61	0,61
0,250	97,20	98,80	98	98,00	0,80	0,81
0,160	92,80	95,20	93,20	93,73	1,28	1,36
0,090	71,20	72	54,80	66,00	9,70	14,69

b) Farines des marchés de Cotonou

Maille (mm)	% de passant/maille			moyenne	écart-type	CV(%)
	Essai1	Essai2	Essai3			
0,315	99,2	96,8	96,8	97,60	1,38	1,41
0,250	94,8	92,8	92	93,20	1,44	1,54
0,160	82	79,60	78,8	80,13	1,66	2,07
0,090	56,40	36,40	47,20	46,66	10,01	21,45

Annexe 2: Données expérimentales sur la durée de séchage des bâtonnets et cossettes

Traitements Echantillons	Sans bain	Bain d'eau	bain d'acide ascorbique	bain de thiourée	bain d'acide benzoïque	bain d'acide citrique	Moyen ne	Ecart- type
Bâtonnets (0.2cm)	24	23	19	19	20	21	21	2.09
Cossettes (5cm)	70	67	70	60	67	67	67	3.65

Annexe 3: Tableau 1: Données expérimentales de la détermination de la Teneur en eau des farines des tubercules en bâtonnets

Echantillon	Code	Poids creuset	Poids de l'échantillon (P0)	Poids creuset + échantillon avant étuve (P1)	Poids creuset +échantillon après étuve (P2)	Taux d'humidité* (%)
farine (sans bain)	F1	26.2275	5.0006	31.2281	30.6387	11.786
	F1'	26.8883	5.0153	31.9036	31.3134	11.768
farine (bain d'eau)	F2	30.1349	5.0077	35.1426	34.5484	11.866
	F2'	28.7876	5.0023	33.7899	33.2065	11.663
farine (bain thiourée)	F3	33.5839	5.0172	38.6011	38.1729	8.535
	F3'	33.7088	5.0142	38.7230	38.2726	8.982
farine (bain ac. citrique)	F4	25.8476	5.0071	30.8547	30.4167	8.748
	F4'	25.9014	5.0009	30.9023	30.4544	8.956
farine (bain ac. ascorbique)	F5	26.0029	5.0124	31.0153	30.6230	7.826
	F5'	33.7882	5.0083	38.7965	38.4221	7.475
farine (bain ac.benzoïque)	F6	33.4563	5.0085	38.4648	38.0342	8.597
	F6'	29.5447	5.0135	34.5582	34.1072	8.996
Moyenne	-					9.60
Ecart-type	-					1.67

*** Taux d'humidité (%) = ($\frac{P1-P2}{P0}$) X 100**

Annexe 3: Tableau 2: Données expérimentales de la détermination de la Teneur en eau des farines des tubercules entiers

Echantillon	Code	Poids creuset	Poids de l'échantillon (P0)	Poids creuset + échantillon avant étuve (P1)	Poids creuset +échantillon après étuve (P2)	Taux d'humidité (%)
farine (sans bain)	F7	26.4211	5.0033	31.4244	30.8310	11.860
	F7'	25.4579	5.0031	30.4610	29.8645	11.923
farine (bain d'eau)	F8	30.0389	5.0077	35.0466	34.3994	12.924
	F8'	29.9637	5.0069	34.9706	34.3287	12.820
farine (bain thiourée)	F9	84.3460	5.0066	89.3526	88.6710	13.614
	F9'	88.1600	5.0008	93.1608	92.5290	12.634
farine (bain ac. citrique)	F10	29.8861	5.0085	34.8946	34.2072	13.725
	F10'	26.1815	5.0067	31.1882	30.5204	13.338
farine (bain ac. ascorbique)	F11	33.4545	5.0003	38.4548	37.8397	12.301
	F11'	34.4562	5.0022	39.4584	38.8342	12.479
farine (bain ac.benzoïque)	F12	26.0923	5.0056	31.0979	30.4895	12.154
	F12'	26.4265	5.0008	31.4273	30.8258	12.028
Moyenne	-					12.65
Ecart-type	-					0.65

Annexe 3: Tableau 3: Données expérimentales de la détermination de la Teneur en eau de 25 échantillons de farine de cossettes issues des marchés de Cotonou.

Echantillon	Code	Poids creuset	Poids de l'échantillon (P0)	Poids creuset + échantillon avant étuve(P1)	Poids creuset + échantillon après étuve(P2)	Taux d'humidité (%)
1	Fa	34.4593	5.0084	39.4677	38.8442	12.449
	Fa'	33.9600	5.0005	38.9605	38.3480	12.248
2	Fb	34.4800	5.0070	39.4870	38.8004	13.712
	Fb'	33.9650	5.0051	38.9701	38.3452	12.485
3	Fc	26.4870	5.0037	31.4907	30.8052	13.699
	Fc'	26.1815	5.0067	31.1882	30.5204	13.338
4	Fd	33.1983	5.0065	38.2048	37.5230	13.618
	Fd'	33.8753	5.0074	38.8827	38.1775	14.083
5	Fe	29.0800	5.0068	34.0868	33.4018	13.466
	Fe'	25.7931	5.0022	30.7953	30.1101	13.697
6	Ff	26.9613	5.0025	31.9638	31.3157	12.955
	Ff'	29.0095	5.0022	34.0117	33.3847	12.534
7	Fg	33.7994	5.0045	38.8039	38.1420	13.226
	Fg'	33.2881	5.0058	38.2939	37.6401	13.060
8	Fh	29.3682	5.0067	34.3749	33.6882	13.715
	Fh'	25.8408	5.0056	30.8464	30.1493	13.926
9	Fi	25.8737	5.0026	30.8763	30.2073	13.373
	Fi'	33.9377	5.0049	38.9426	38.2905	13.029
10	Fj	33.3640	5.0011	38.3651	37.7620	12.059
	Fj'	25.4959	5.0024	30.4983	29.8262	13.435
11	Fk	91.4250	5.0047	96.4297	95.7270	14.040
	Fk'	81.8470	5.0087	86.8557	86.1400	14.289
12	Fl	82.9010	5.0034	87.9044	87.2770	12.539
	Fl'	80.6250	5.0055	85.6305	84.9510	13.575

13	Fm	25.7193	5.0044	30.7237	30.0250	13.961
	Fm'	26.3465	5.0077	31.3542	30.6769	13.525
14	Fn	26.8573	5.0027	31.8600	31.1582	14.028
	Fn'	29.5405	5.0019	34.5424	33.8380	14.082
15	Fo	25.9466	5.0001	30.9467	30.2900	13.133
	Fo'	26.1273	5.0035	31.1308	30.4489	13.628
16	Fp	34.4565	5.0088	39.4653	38.7669	13.943
	Fp'	26.0095	5.0027	31.0122	30.3890	12.457
17	Fq	33.7760	5.0039	38.7799	38.1027	13.533
	Fq'	26.3819	5.0016	31.3835	30.7649	12.368
18	Fr	26.1048	5.0001	31.1049	30.4035	14.027
	Fr'	33.7778	5.0037	38.7815	38.0659	14.301
19	Fs	29.0688	5.0037	34.0725	33.3262	14.914
	Fs'	30.0303	5.0025	35.0328	34.2978	14.692
20	Ft	33.4478	5.0004	38.4482	37.7178	14.606
	Ft'	25.8873	5.0024	30.8897	30.1771	14.245
21	Fu	84.1340	5.0051	89.1391	88.5800	11.170
	Fu'	82.9380	5.0052	87.9432	87.3790	11.272
22	Fv	32.8498	5.0010	37.8708	37.1521	14.371
	Fv'	26.7809	5.0055	31.7864	31.1052	13.609
23	Fw	33.7860	5.0046	38.7912	38.0990	13.831
	Fw'	26.0853	5.0052	31.0905	30.4195	13.406
24	Fx	33.7472	5.0054	38.7526	38.0046	14.943
	Fx'	21.7602	5.0063	26.7665	26.0394	14.523
25	Fy	33.1807	5.0013	38.1820	37.4842	13.952
	Fy'	33.8233	5.0009	38.8242	38.1517	13.447
Moyenne						13.490
Ecart-type						0.84

Annexe 3: Tableau 4: Données expérimentales de la détermination de la Teneur en eau de 25 échantillons de pâtes amala issues des marchés de Cotonou.

Echantillon	Code	Poids creuset	Poids de l'échantillon (Po)	Poids creuset + échantillon avant étuve (P1)	poids creuset + échantillon après étuve (P2)	Taux d'humidité (%)
1	A1	2.3715	5.0034	7.3749	3.3999	79.445
	A1'	2.3483	5.0316	7.3799	3.3780	79.535
2	A2	2.4085	5.0470	7.4555	3.4098	80.160
	A2'	2.3864	5.0242	7.4106	3.3887	80.050
3	A3	2.4158	5.0010	7.4168	3.2898	82.523
	A3'	2.3979	5.0329	7.4308	3.2562	82.946
4	A4	2.3558	5.0080	7.3638	3.3074	80.998
	A4'	2.3579	5.0662	7.4241	3.3208	80.993
5	A5	2.4244	5.0146	7.4390	3.3604	81.334
	A5'	2.3691	5.0442	7.4133	3.3234	81.081
6	A6	2.3454	5.0264	7.3718	3.2919	81.169
	A6'	2.3852	5.0006	7.3858	3.3201	81.304
7	A7	2.4269	5.0380	7.4649	3.5349	78.007
	A7'	2.3546	5.0287	7.3833	3.4212	78.789
8	A8	2.3526	5.0015	7.3541	3.4055	78.948
	A8'	2.3961	5.0350	7.4311	3.4869	78.335
9	A9	2.3737	5.0352	7.4089	3.4368	78.886
	A9'	2.3404	5.0822	7.4226	3.4063	79.026
10	A10	2.3621	5.0705	7.4326	3.3705	80.112
	A10'	2.3817	5.0495	7.4312	3.3951	79.930
11	A11	21.7610	5.0362	26.7972	22.8088	79.194
	A11'	25.5440	5.0684	30.6124	26.6185	78.800
12	A12	33.4538	5.0620	38.5167	34.4165	80.999
	A12'	33.5954	5.0494	38.6448	34.5598	80.900

13	A13	29.6258	5.0305	34.6563	30.6740	79.163
	A13'	33.7974	5.0440	38.8414	34.8498	79.135
14	A14	26.2739	5.0768	31.3507	27.2707	80.365
	A14'	26.9760	5.0252	32.0012	27.9512	80.593
15	A15	33.7556	5.0470	38.8026	34.8255	78.801
	A15'	33.6635	5.0815	38.7450	34.7368	78.878
16	A16	33.9133	5.0129	38.9262	34.9659	79.002
	A16'	33.9978	5.0431	39.0409	35.0583	78.971
17	A17	26.5854	5.0050	31.5904	27.5504	80.719
	A17'	26.5750	5.0040	31.5790	27.5290	80.935
18	A18	33.5954	5.0060	38.6014	34.5514	80.902
	A18'	33.5938	5.0070	38.6008	34.5533	80.836
19	A19	26.3471	5.0048	31.3519	27.3469	80.023
	A19'	26.3470	5.0035	31.3505	27.3769	79.444
20	A20	33.6467	5.0132	38.6599	34.6599	79.789
	A20'	26.0018	5.0709	31.0727	27.0077	80.163
21	A21	2.3879	5.0541	7.4420	3.3970	80.034
	A21'	2.3749	5.0340	7.4089	3.3689	80.254
22	A22	26.8070	5.0054	31.8124	27.8124	79.913
	A22'	25.6879	5.0310	30.7189	27.3596	78.614
23	A23	2.3733	5.0082	7.3755	3.4438	78.505
	A23'	2.3619	5.0075	7.3694	3.4274	78.721
24	A24	2.3627	5.0271	7.3898	3.3398	80.563
	A24'	2.3562	5.0857	7.4419	3.4119	79.241
25	A25	2.3783	5.0708	7.4491	3.2991	81.841
	A25'	2.3768	5.0150	7.3918	3.3018	81.555
Moyenne						80
Ecart-type						1.12

Annexe 4: Données expérimentales de l'évaluation de la couleur des farines

Tableau 1: Farines de cossettes d'ignames réalisées au laboratoire (12 échantillons).

Echantillons	Nombre de mesure	Indice de couleur	Moyenne	Ecart- type
		L*		
céramique blanche	1	97.8	97.8	-
	2	97.8		
bâtonnets sans bain	1	85.3	85.3	-
	2	85.3		
tubercules entiers sans bain	1	82.2	82.2	-
	2	82.2		
bâtonnets bain d'eau	1	83.8	83.3	-
	2	83.8		
tubercules entiers bain d'eau	1	81.1	80.45	0.92
	2	79.8		
bâtonnets bain acide citrique	1	88.4	88.4	-
	2	88.4		
tubercules bain acide citrique	1	82.6	82.6	-
	2	82.6		
bâtonnets bain acide benzoïque	1	85.9	85.9	-
	2	85.9		
tubercules entiers bain acide benzoïque	1	80.3	80.3	-
	2	80.3		
bâtonnets bain thiourée	1	87.0	87.0	-
	2	87.0		
tubercules entiers bain thiourée	1	81.4	81.4	-
	2	81.4		
bâtonnets bain acide ascorbique	1	81.5	81.5	-
	2	81.5		
tubercules entiers bain acide ascorbique	1	81.6	81.6	-
	2	81.6		

Annexe 4: Tableau 2: Farines de cossettes d'ignames issues des marchés de Cotonou
(25 échantillons)

Echantillons	Nombre de mesure	Indice de couleur	Moyenne	Ecart- type
		L*		
céramique blanche	1	97.8	97.8	-
	2	97.8		
Fa st Michel	1	79.3	79.3	-
	2	79.3		
Fb st Michel	1	81.0	81.0	-
	2	81.0		
Fc st Michel	1	83.1	83.1	-
	2	83.1		
Fd Dégakon	1	79.9	79.9	-
	2	79.9		
Fe Tokpa	1	81.4	81.4	-
	2	81.4		
Ff Tokpa	1	77.4	77.35	0.07
	2	77.3		
Fg Tokpa	1	80.6	80.6	-
	2	80.6		
Fh Tokpa	1	76.9	76.85	0.07
	2	76.8		
Fi Gbégamey	1	78.4	78.4	-
	2	78.4		
Fj Ganhi	1	77.9	77.9	-
	2	77.9		
Fk Ganhi	1	81.6	81.6	-
	2	81.6		

Fl Ganhi	1	79.8	79.8	-
	2	79.8		
Fm Tokpa	1	80.5	80.5	-
	2	80.5		
Fn Tokpa	1	79.2	79.2	-
	2	79.2		
Fo Tokpa	1	78.5	78.45	0.07
	2	78.4		
Fp Tokpa	1	78.9	78.9	-
	2	78.9		
Fq Tokpa	1	78.3	78.25	0.07
	2	78.2		
Fr Tokpa	1	78.7	78.75	0.07
	2	78.8		
Fs Gbégamey	1	79.1	79.1	-
	2	79.1		
Ft Tokpa	1	75.9	75.9	-
	2	75.9		
Fu Tokpa	1	82.1	82.1	-
	2	82.1		
Fv Tokpa	1	81.1	81.1	-
	2	81.1		
Fw Ganhi	1	82.3	82.35	0.07
	2	82.4		
Fx Ganhi	1	77.6	77.65	0.07
	2	77.7		
Fy Ganhi	1	79.1	79.1	-
	2	79.1		

Annexe 5: Données expérimentales de l'évaluation de la couleur des pâtes *amala*

Tableau 1: Pâtes réalisées au laboratoire (12 échantillons).

Echantillons	Nombre de mesure	Indice de couleur	Moyenne	Ecart- type
		L*		
Céramique blanche	1	97.8	97.8	-
	2	97.8		
Pâte de Bâtonnets sans bain	1	64.2	63.7	0.71
	2	63.2		
Pâte deTubercules sans bain	1	57.6	56.9	0.99
	2	56.2		
Pâte de Bâtonnets bain d'eau	1	65.5	64.65	1.20
	2	63.8		
Pâte de Tubercules bain d'eau	1	54.4	54.1	0.42
	2	53.8		
Pâte de Bâtonnets bain acide citrique	1	72.2	71.95	0.35
	2	71.7		
Pâte de Tubercules bain acide citrique	1	63.4	63.25	0.21
	2	63.1		
Pâte de Bâtonnets bain acide benzoïque	1	65.4	66.7	1.84
	2	68.0		
Pâte de Tubercules bain acide benzoïque	1	57.6	57.55	0.07
	2	57.5		
Pâte de Bâtonnets bain thiourée	1	74.8	74.3	0.71
	2	73.8		
Pâte de Tubercules bain thiourée	1	55.1	55.15	0.07
	2	55.2		
Pâte de Bâtonnets bain acide ascorbique	1	60.9	62.15	1.77
	2	63.4		
Pâte de Tubercules bain acide ascorbique	1	53.2	53.55	0.49
	2	53.9		

Annexe 5: Tableau 2: Pâtes issues des marchés de Cotonou (25 échantillons).

Echantillons	Nombre de mesure	Indice de couleur	Moyenne	Ecart- type
		L*		
céramique blanche	1	97.8	97.8	-
	2	97.8		
A1	1	55.6	56.3	0.99
	2	57.0		
A2	1	54.5	55.7	1.70
	2	56.9		
A3	1	45.1	45.45	0.49
	2	45.8		
A4	1	48.6	49.05	0.64
	2	49.5		
A5	1	47.0	47.35	0.49
	2	47.7		
A6	1	49.8	50.05	0.35
	2	50.3		
A7	1	46.3	46.4	0.14
	2	46.5		
A8	1	46.7	46.75	0.07
	2	46.8		
A9	1	47.5	47.5	-
	2	47.5		
A10	1	46.6	47	0.57
	2	47.4		
A11	1	46.7	46.75	0.07
	2	46.8		
A12	1	48.9	49.1	0.28
	2	49.3		

A13	1	50.0	50.2	0.28
	2	50.4		
A14	1	48.1	48.35	0.35
	2	48.6		
A15	1	48.4	48.45	0.07
	2	48.5		
A16	1	51.7	51.5	0.28
	2	51.3		
A17	1	46.8	46.95	0.21
	2	47.1		
A18	1	48.0	48.1	0.14
	2	48.2		
A19	1	47.3	46.9	0.57
	2	46.5		
A20	1	47.2	47.4	0.28
	2	47.6		
A21	1	47.9	47.8	0.14
	2	47.7		
A22	1	45.0	44.75	0.35
	2	44.5		
A23	1	50.8	51	0.28
	2	51.2		
A24	1	44.4	44	0.57
	2	43.6		
A25	1	52.9	52.65	0.35
	2	52.4		

Annexe 6: Résultat du test sensoriel sur les farines en % des réponses (appréciations par rapport au produit habituel)

1- Farine de bâtonnets sans bain

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		finesse		odeur		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	-	-	3	15	-	-
Légèrement inférieur	1	5	-	-	4	20	15	75
Egal	-	-	3	15	13	65	5	25
Légèrement supérieur	13	65	9	45	-	-	-	-
Très supérieur	6	30	8	40	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

2-Farine de tubercules sans bain

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		finesse		odeur		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	-	-	2	10	-	-
Légèrement inférieur	-	-	-	-	2	10	17	85
Egal	8	40	2	10	15	75	3	15
Légèrement supérieur	12	60	12	60	1	5	-	-
Très supérieur	-	-	6	30	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

3-Farine de bâtonnets bain d'eau

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		finesse		odeur		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	-	-	1	5	-	-
Légèrement inférieur	1	5	1	5	7	35	11	55
Egal	2	10	3	15	12	60	9	45
Légèrement supérieur	15	75	11	55	-	-	-	-
Très supérieur	2	10	5	25	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

4-Farine de tubercules bain d'eau

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		finesse		odeur		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	-	-	2	10	-	-
Légèrement inférieur	-	-	-	-	7	35	10	50
Egal	11	55	2	10	10	50	10	50
légèrement supérieur	9	45	13	65	1	5	-	-
Très supérieur	-	-	5	25	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

5-Farine de bâtonnets bain acide citrique

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		finesse		odeur		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	-	-	4	20	17	85
Légèrement inférieur	-	-	-	-	9	45	3	15
Egal	-	-	1	5	7	35	-	-
Légèrement supérieur	3	15	14	70	-	-	-	-
Très supérieur	17	85	5	25	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

6-Farine de tubercules bain acide citrique

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		finesse		odeur		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	-	-	-	-	15	75
Légèrement inférieur	-	-	-	-	15	75	5	25
Egal	9	45	1	5	5	25	-	-
Légèrement supérieur	11	55	12	60	-	-	-	-
Très supérieur	-	-	7	35	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

7-Farine de bâtonnets bain acide benzoïque

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		finesse		odeur		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	-	-	6	30	-	-
Légèrement inférieur	-	-	1	5	7	35	8	40
Egal	1	5	3	15	6	30	12	60
Légèrement supérieur	15	75	12	60	1	5	-	-
Très supérieur	4	20	4	20	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

8-Farine de tubercule bain acide benzoïque

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		finesse		odeur		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	-	-	6	30	-	-
Légèrement inférieur	2	10	-	-	8	40	9	45
Egal	11	55	1	5	6	30	11	55
Légèrement supérieur	7	35	11	55	-	-	-	-
Très supérieur	-	-	8	40	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

9-Farine de bâtonnets bain acide ascorbique

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		finesse		odeur		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	-	-	1	5	-	-
Légèrement inférieur	-	-	-	-	12	60	17	85
Egal	2	10	4	20	7	35	3	15
Légèrement supérieur	15	75	10	50	-	-	-	-
Très supérieur	3	15	6	30	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

10-Farine de tubercules bain acide ascorbique

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		finesse		odeur		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	-	-	1	5	-	-
Légèrement inférieur	1	5	1	5	13	65	16	80
Egal	11	55	2	10	5	25	4	20
Légèrement supérieur	8	40	11	55	1	5	-	-
Très supérieur	-	-	6	30	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

11-Farine de bâtonnets bain de thiourée

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		finesse		odeur		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	-	-	6	30	17	85
Légèrement inférieur	-	-	-	-	8	40	3	15
Egal	1	5	1	5	6	30	-	-
Légèrement supérieur	6	30	10	50	-	-	-	-
Très supérieur	13	65	9	45	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

12-Farine de tubercules bain de thiourée

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		finesse		odeur		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	-	-	1	5	16	80
Légèrement inférieur	-	-	-	-	9	45	4	20
Egal	10	50	2	10	7	35	-	-
Légèrement supérieur	9	45	12	60	3	15	-	-
Très supérieur	1	5	6	30	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

Annexe 7: Résultat du test sensoriel sur les pâtes d'amala en % des réponses (appréciations par rapport au produit habituel).

1- pâte de farines de bâtonnets sans bain

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		odeur		élasticité		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	1	5	6	30	5	25	9	45
Légèrement inférieur	-	-	9	45	11	55	11	55
Egal	-	-	2	10	2	10	-	-
Légèrement supérieur	15	75	3	15	2	10	-	-
Très supérieur	4	20	-	-	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

2-pâte de farines de tubercules sans bain

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		odeur		élasticité		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	4	20	1	5	7	35
Légèrement inférieur	2	10	5	20	7	35	13	65
Egal	9	45	9	45	10	50	-	-
Légèrement supérieur	9	45	2	10	1	5	-	-
Très supérieur	-	-	-	-	1	5	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

3-Pâte de farines de bâtonnets bain d'eau

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		odeur		élasticité		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	6	30	6	30	1	5
Légèrement inférieur	-	-	10	50	10	50	12	60
Egal	-	-	3	15	3	15	7	35
Légèrement supérieur	15	75	1	5	1	5	-	-
Très supérieur	5	25	-	-	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

4-Pâte de farines de tubercules bain d'eau

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		odeur		élasticité		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	4	20	3	15	-	-
Légèrement inférieur	2	10	7	35	13	65	9	45
Egal	13	65	7	35	4	20	11	55
légèrement supérieur	5	25	2	10	-	-	-	-
Très supérieur	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

5-Pâte de farines de bâtonnets bain acide citrique

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		odeur		élasticité		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	4	20	-	-	16	80
Légèrement inférieur	-	-	14	70	16	80	4	20
Egal	-	-	2	10	4	20	-	-
Légèrement supérieur	2	10	-	-	-	-	-	-
Très supérieur	18	90	-	-	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

6-Pâte de farine de tubercule bain acide citrique

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		odeur		élasticité		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	2	10	3	15	15	75
Légèrement inférieur	1	5	12	60	16	80	5	25
Egal	5	15	6	30	1	5	-	-
Légèrement supérieur	14	70	-	-	-	-	-	-
Très supérieur	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

7-Pâte de farines de bâtonnets bain acide benzoïque

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		odeur		élasticité		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	-	-	5	25	-	-
Légèrement inférieur	-	-	14	70	15	75	10	50
Egal	13	65	6	30	-	-	10	50
Légèrement supérieur	7	35	-	-	-	-	-	-
Très supérieur	5	25	-	-	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

8-Pâte de farines de tubercules bain acide benzoïque

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		odeur		élasticité		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	-	-	1	5	-	-
Légèrement inférieur	-	-	14	70	15	75	7	35
Egal	15	75	6	30	4	20	13	65
légèrement supérieur	5	25	-	-	-	-	-	-
Très supérieur	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

9-Pâte de farines de bâtonnets bain acide ascorbique

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		odeur		élasticité		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	11	55	7	35	5	25	10	50
Légèrement inférieur	9	45	13	65	15	75	10	50
Egal	-	-	-	-	-	-	-	-
Légèrement supérieur	-	-	-	-	-	-	-	-
Très supérieur	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

10-Pâte de farine de tubercule bain acide ascorbique

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		odeur		élasticité		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	16	80	3	15	-	-	10	50
Légèrement inférieur	4	20	8	40	16	80	10	50
Egal	-	-	9	45	4	20	-	-
Légèrement supérieur	-	-	-	-	-	-	-	-
Très supérieur	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

11-Pâte de farines de bâtonnets bain thiourée

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		odeur		élasticité		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	2	10	5	25	14	70
Légèrement inférieur	-	-	14	70	12	60	6	30
Egal	-	-	4	20	3	15	-	-
Légèrement supérieur	15	75	-	-	-	-	-	-
Très supérieur	5	25	-	-	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

12-Pâte de farines de tubercules bain thiourée

Appréciations	Caractères étudiés							
	couleur		odeur		élasticité		acceptabilité	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Très inférieur	-	-	-	-	2	10	13	65
Légèrement inférieur	-	-	14	70	16	80	7	35
Egal	8	40	6	30	2	10	-	-
légèrement supérieur	12	60	-	-	-	-	-	-
Très supérieur	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

Annexe 8: Dépouillement des données d'enquête sensorielle sur les farines d'amala.

Produits	caractères	Notes d'évaluation																				\bar{x}	σ
farine de bâtonnets sans bain	couleur	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	2	4.20	0.70	
	finesse	3	4	4	4	5	5	5	5	3	3	5	4	4	4	5	4	5	4	5	4.25	0.72	
	odeur	3	1	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	2	3	3	1	3	3	1	2.50	0.76
	acceptabilité	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2.25	0.44
farine de tubercules sans bain	couleur	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3.60	0.50
	finesse	4	5	4	4	4	3	5	5	3	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4.20	0.62	
	odeur	4	1	3	3	3	1	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2.75	0.72
	acceptabilité	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.15	0.37
farine de bâtonnets bain d'eau	couleur	4	4	5	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	2	3.90	0.64
	finesse	4	4	4	3	2	4	5	5	3	4	5	4	4	3	5	4	4	4	5	4.00	0.79	
	odeur	3	3	2	2	3	2	3	2	3	3	2	1	3	3	2	3	3	3	3	2	2.55	0.60
	acceptabilité	3	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	2	2.45	0.51
farine de tubercules bain d'eau	couleur	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3.45	0.51
	finesse	4	4	4	4	4	3	5	5	3	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4.15	0.59	
	odeur	2	1	3	3	3	2	2	3	3	2	3	1	2	4	3	2	3	3	3	2	2.50	0.76
	acceptabilité	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2	2.50	0.51
farine de bâtonnet bain ac. citrique	couleur	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.85	0.36	
	finesse	4	4	4	4	4	4	5	5	3	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4.20	0.52	
	odeur	3	1	2	3	3	1	1	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1	2.15	0.74
	acceptabilité	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1.15	0.37
farine de tubercule bain ac. citrique	couleur	3	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3.55	0.51
	finesse	4	4	4	4	4	5	5	5	3	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	4.30	0.57	
	odeur	3	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2.25	0.44
	acceptabilité	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1.25	0.44

Produit	caractère	Notes d'évaluation																				\bar{x}	σ
farine de	couleur	4	5	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4.05	0.51
bâtonnet	finesse	3	4	4	4	4	3	5	5	3	3	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4.10	0.72
bain	odeur	2	3	3	2	3	1	3	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2.30	0.57
acide ascorbic	acceptabilité	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.15	0.37
farine de	couleur	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	2	4	4	4	3.35	0.59
tubercul.	finesse	4	4	4	4	4	3	5	5	2	4	5	4	4	3	5	5	4	4	4	5	4.10	0.79
bain	odeur	3	2	3	3	3	1	3	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2.30	0.66
acide ascorbic	acceptabilité	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2.20	0.41
farine de	couleur	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4.15	0.49
bâtonnet	finesse	4	4	4	4	3	4	5	5	3	4	5	4	4	3	5	4	4	4	4	2	3.95	0.76
bain ac.	odeur	3	1	1	2	3	1	3	3	1	2	2	1	2	2	2	3	1	3	4	2	2.10	0.91
benzoïq.	acceptabilité	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2.60	0.50
farine de	couleur	3	3	3	4	2	3	4	3	4	3	4	3	4	2	4	4	3	3	3	3	3.25	0.64
tubercul.	finesse	4	4	4	4	4	5	5	5	3	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4.35	0.59
bain ac.	odeur	1	2	2	2	2	3	1	1	1	1	3	1	3	2	3	2	2	2	3	3	2.85	0.79
benzoïq.	acceptabilité	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2.55	0.51
farine de	couleur	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4.60	0.60
bâtonnet	finesse	4	5	4	4	4	5	5	5	3	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	4.40	0.60
bain de	odeur	3	1	1	3	3	3	2	1	2	2	2	1	3	2	2	3	1	2	2	1	2.00	0.79
thiourée	acceptabilité	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.15	0.37
farine	couleur	3	3	5	3	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3.55	0.60
de	finesse	4	4	4	4	4	4	5	5	3	4	5	4	4	4	5	4	5	4	3	5	4.20	0.62
tubercul.	odeur	3	3	2	2	3	2	2	3	2	3	4	2	2	2	4	3	1	3	4	2	2.60	0.82
bain de thiourée	acceptabilité	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1.20	0.41

Annexe 9: Dépouillement des données brutes du test sensoriel sur les pâtes *amala*.

[illegible]

[illegible]

**FICHE D'EVALUATION DE L'ACCEPTABILITE DE LA
FARINE D'IGNAMES PAR RAPPORT
AU PRODUIT COURANT**

Nom de l'enquêté :
Qualité :
Ethnie :
Groupe d'âge : 15 - 25 ans ☐ 26 - 40 ans ☐ > 40 ans ☐
Sexe : M ☐ F ☐
Niveau d'instruction : Primaire ☐ Secondaire ☐ Universitaire ☐
Date :

Les échantillons suivants sont soumis à votre appréciation pour comparer les caractères ci-après :

couleur, finesse, odeur .

Veuillez indiquer (sans déguster) le degré de différence entre les échantillons et le produit habituel selon l'échelle de notation ci-dessous.

ECHANTILLONS	CARACTERES ETUDIES							
	Couleur		finesse		Odeur		Acceptabilité	
	Série 1	Série 2	Série 1	Série 2	Série 1	Série 2	Série 1	Série 2

- 1 Très inférieur
- 2 Légèrement inférieur
- 3 Egal
- 4 Légèrement supérieur
- 5 Très supérieur

**FICHE D'EVALUATION DE L'ACCEPTABILITE DE LA
PATE "TELIBO WO" OU "AMALA" PAR RAPPORT
AU PRODUIT COURANT**

Nom de l'enquêté :
Qualité :
Ethnie :
Groupe d'âge : 15 - 25 ans ☐ 26 - 40 ans ☐ > 40 ans ☐
Sexe : M ☐ F ☐
Niveau d'instruction : Primaire ☐ Secondaire ☐ Universitaire ☐
Date :

Les échantillons suivants sont soumis à votre appréciation pour comparer les caractères ci-après :

Couleur, odeur, élasticité (tendreté), acceptabilité partielle.

Veuillez indiquer (sans déguster) le degré de différence entre les échantillons et le produit habituel selon l'échelle de notation ci-dessous.

ECHANTILLONS	CARACTERES ETUDIES							
	Couleur		Odeur		Elasticité		Acceptabilité	
	Série 1	Série 2	Série 1	Série 2	Série 1	Série 2	Série 1	Série 2

- 1 Très inférieur
- 2 Légèrement inférieur
- 3 Egal
- 4 Légèrement supérieur
- 5 Très supérieur

Annexe 12: Evolution de la production des ignames et cossettes au BENIN de 1986-1997
(en milliers de Tonnes)

Années	Ignames	Cossettes*
1986	884	530
1987	835	501
1988	922	553
1989	1010	606
1990	1046	628
1991	1178	707
1992	1125	675
1993	1185	711
1994	1272	763
1995	1272	763
1996	1346	808
1997	1408	845

* Hypothèse basée sur la transformation en cossettes de 60% de la production d'ignames.

Source: Direction de la Programmation et de la Prospective, Ministère du Développement Rural (DPP/MDR) BENIN.